O. Foerster

Die Leitungsbahnen des Schmerzgefühls

Urban & Schwarzenberg Berlin u. Wien





Die Leitungsbahnen des Schmerzgefühls und die chirurgische Behandlung der Schmerzzustände

Sonderbände zu
Bruns' Beiträgen zur klinischen Chirurgie

Die Leitungsbahnen des Schmerzgefühls und die chirurgische Behandlung der Schmerzzustände

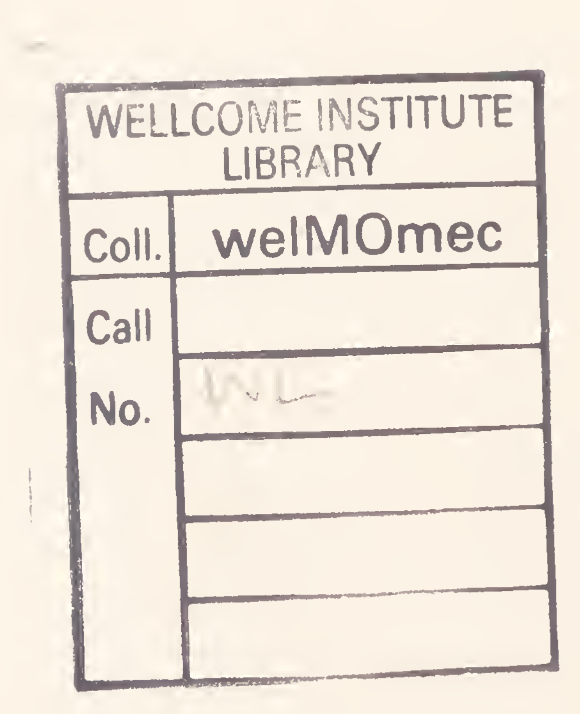
Von

Professor Dr. **O. Foerster**

Breslau

Mit 104 Abbildungen im Text

Urban & Schwarzenberg / Berlin und Wien / 1927



Druck von L. Schumacher in Berlin N 4.

Änderungen und Ergänzungen zu „O. Foerster, Die Leitungsbahnen des Schmerzgefühls", die sich nach erfolgtem Druck als wünschenswert erwiesen haben:

Auf Seite 77 zu Zeile 20 von unten, hinter „sein" *ist folgende Anmerkung zu setzen:*

Die Frage, ob die Hinterstränge beim Menschen eine Nebenbahn für die Leitung von Schmerzimpulsen bilden, d. h. ob sie nach Unterbrechung der anderen spinalen Schmerzbahnen der Vorderseitenstrangbahn und der Hinterhornleitung, imstande sind, Schmerzreize zu leiten und allmählich den Ausfall der anderen Schmerzbahnen zu ersetzen, bedarf noch der Untersuchung (vgl. S. 114).

Auf der gleichen Seite sind im zweiten Absatz die Worte „in völlig überzeugender Weise" *zu streichen.*

Auf Seite 113 ist in der 6. Zeile von unten das zweite Wort (den) *zu streichen.*

Auf Seite 114 sind in der 8. Zeile von oben die Worte „bei einzelnen Individuen" *zu streichen. Im gleichen Absatz sind die drei letzten Zeilen wie folgt zu ändern:*

Am wahrscheinlichsten erscheint mir aber auf Grund der Experimente von Schiff, Rothmann, Karplus und Kreidl u. a., daß in erster Linie die Hinterhornleitung in Anspruch genommen werden muß.

Daran ist folgender Satz (als Ergänzung) anzuschließen:

Die Lehre von der Leitung des Schmerzgefühls durch den Vorderseitenstrang muß ich nachträglich auf Grund von Erfahrungen, die ich an Fällen, die ich über lange Zeit hin beobachten konnte, gesammelt habe, dahin ergänzen, daß nach einer mehr oder weniger langen Periode, in welcher in den infraläsionellen Segmentalzonen Analgesie der Haut, der tiefen Teile und der Viscera besteht, die Leitung des Schmerzgefühls

der tiefen Teile und der Viscera in beträchtlichem Maße wiederhergestellt wird, während die Haut im anfänglichen Umfange dauernd analgetisch bleibt. Für die Tiefensubstrate und die Viscera muß also beim Menschen eine zweite Leitung bestehen, welche entweder durch die Hinterhörner oder die Hinterstränge passiert.

Auf Seite 205 ist zu dem in der 9. Zeile von unten mit dem Wort „worden“ *abschließenden Satz folgende Anmerkung zu setzen:*

Vor 3 Monaten habe ich in einem Falle von Ablatio humeri die Resektion der hinteren und vorderen Cervical- und oberen Thoracalwurzeln mit schlagendem Erfolge ausgeführt.



Vorwort.

Nachfolgende Arbeit stellt die Erweiterung eines im Sommer 1925 vor der Süd-Ost-Deutschen Chirurgen-Vereinigung erstatteten Referates dar. Die Kenntnis von den Leitungsbahnen des Schmerzgefühls hat nicht nur für den Neurologen Interesse, sondern ist auch von praktischer Bedeutung für die Chirurgie. Letzterer fällt nicht nur die Aufgabe zu, durch temporäre Ausschaltung von Schmerzbahnen, an Stelle der Allgemeinnarkose, die Basis für die schmerzlose Durchführung zahlreicher Operationen zu schaffen, sondern auch durch permanente Ausschaltung von Schmerzbahnen Schmerzzustände zu beseitigen, da wo der Indicatio causalis nicht genügt und die Quelle des Schmerzes selbst nicht beseitigt werden kann. Wir verfügen heutzutage bereits über eine große Anzahl derartiger schmerzbehebender Palliativoperationen. Diese letzteren sind naturgemäß von Anfang an auf die jeweils herrschenden Lehren über die Leitungsbahnen des Schmerzes aufgebaut worden. Aber gerade die Erfahrungen, welche hierbei gesammelt worden sind, die Erfolglosigkeit zahlreicher auf bestimmten Voraussetzungen beruhender Operationen, die der Beseitigung von Schmerzzuständen dienen sollten, haben unsere Kenntnisse über die Leitungsbahnen des Schmerzgefühls außerordentlich vertieft und uns gelehrt, daß die Vorstellungen, welche wir über letztere noch vor relativ kurzer Zeit hatten, ungenau und unzureichend waren. Auf diese Weise hat die Neurologie durch die Chirurgie einen beträchtlichen Zuwachs an Kenntnissen erfahren und sieht sich veranlaßt, manche Lehre von bisher dogmatischer Gültigkeit gründlichst zu revidieren. Die Erforschung des Schmerzsystems ist ein Problem von aktuellstem Interesse, das zahlreiche noch ungelöste Teilfragen birgt. Möge die vorliegende Studie wenigstens dazu dienen, die Schwierigkeiten dieses Problem ins richtige Licht gerückt zu haben.

Breslau, Sommer 1926. **Der Verfasser.**



Inhalt.

Erster Abschnitt.

Zweiter Abschnitt.

Der Schmerz ist ein uns allen wohl bekanntes bestimmtes psychisches Erlebnis. Er gehört zu der Gruppe derjenigen psychischen Phänomene, die man im allgemeinen als Gefühle oder Affekte bezeichnet und den Empfindungen und Wahrnehmungen im engeren Sinne gegenübergestellt. In präziser psychologischer Terminologie sollte man daher stets von Schmerzgefühl und nicht von Schmerzempfindung sprechen.

Allerdings muß betont werden, daß bei den meisten Schmerzreizen, die unseren Körper treffen, reines Schmerzgefühl in der Regel nicht für sich allein erscheint, sondern mit Empfindungen gepaart und untermischt ist. Bei der Applikation einer Nadelspitze auf unsere Haut entsteht eine Berührungsempfindung, die Empfindung Spitz, d. h. die einer punktförmigen Berührung, und diese Empfindung ist von dem Gefühl des Schmerzes begleitet, darf aber auf keinen Fall mit letzterem verwechselt werden. Bei der Einwirkung eines heißen Gegenstandes auf unsere Haut tritt neben der Warmempfindung Schmerzgefühl, der sog. Wärmeschmerz, auf. Ein analoges Gefühl, der sog. Kälteschmerz, begleitet die Kaltempfindung beim Kontakt mit sehr kalten Gegenständen. Bei genauerer Analyse kann man feststellen, daß das Schmerzgefühl unter diesen Umständen erst später als die begleitende Empfindung auftritt und vor allem letztere erheblich überdauert. Aus den begleitenden Empfindungen pflegen wir vielfach auf die Natur des Schmerzreizes einen Rückschluß zu ziehen. Bei starken Reizen, die die Tiefensubstrate treffen, steht das Schmerzgefühl gegenüber den begleitenden Empfindungen vielfach stark im Vordergrund. Eine Gelenkentzündung, ein Knochenbruch tut in erster Linie weh, von einer begleitenden Tiefenempfindung ist vielfach wenig zu verspüren. Noch mehr gilt das von Erkrankungen der inneren Organe, bei denen eigentliche Organempfindungen fehlen oder stark im Hintergrunde bleiben, während der Schmerz den eigentlichen und fast ausschließlichen Inhalt des psychischen Erlebnisses ausmacht. Reines, empfindungsloses Schmerzgefühl läßt sich von der Haut in der Norm nur durch ganz besondere Versuchsbedingungen hervorrufen. In dieser Hinsicht sind besonders die Untersuchungen des Physiologen v. Frey grundlegend. Unter pathologischen Verhältnissen, besonders bei peripheren Nervenläsionen, ist vielfach nur das Schmerzgefühl erhalten, während Empfindungen nicht ausgelöst werden können. Umgekehrt können letztere in reiner Form, ohne jeden

begleitenden Gefühlston, am besten bei Erkrankungen der grauen Substanz der Hinterhörner (Syringomyelie) studiert werden, weil hierbei Schmerz und andere Gefühle ganz fehlen. Je stärker unter den Bedingungen des täglichen Lebens der Reiz ist, je mehr er geeignet ist, starken Schmerz zu verursachen, um so mehr tritt im psychischen Gesamterlebnis die Empfindung zurück und um so stärker und präponderierender tritt das Schmerzgefühl in Erscheinung. Starker Schmerz überschattet die begleitenden Empfindungsvorgänge, der zum Schmerz führende Erregungsvorgang wirkt hemmend auf die den Empfindungen zugrunde liegenden Erregungsvorgänge ein. Das läßt sich schon in der Norm sehr exakt bei der Prüfung des sog. Raumsinnes nachweisen. Das Lokalisationsvermögen für punktförmige Kontakte ist bei rein taktilen Reizen ein wesentlich schärferes als bei Schmerzreizen, die Simultanschwelle bei Prüfung mit dem Weber'schen Tasterzirkel liegt bei letzteren um ein Vielfaches höher als bei ersteren. Bei Affektionen der Hinterhörner, speziell bei der Syringomyelie, bei der jegliches Schmerzgefühl erloschen ist, ist das Lokalisationsvermögen gleich scharf und die Simultanschwelle bei der Prüfung mit dem Weber'schen Tasterzirkel genau die gleiche, einerlei, ob mit stumpfen Tasthaaren oder mit Stachelborsten, ob mit stumpfen Zirkelspitzen oder mit haarscharfen Nadeln gereizt wird. Umgekehrt können wir aber auch feststellen, daß die den Empfindungen zugrunde liegenden Erregungen auf die Affekte und auch auf das Schmerzgefühl moderierend und hemmend einwirken. Wenn unter pathologischen Verhältnissen die Empfindungen aufgehoben sind, aber das Schmerzgefühl erhalten ist, nimmt letzteres einen abnorm heftigen Charakter an, den ich als Hyperpathie bezeichnet habe (s. S. 14). Das ist besonders bei peripheren Nervenläsionen der Fall. Bei reinen Läsionen der Hinterstränge, bei denen das System des cutanen Raumsinnes leidet, finden wir manchmal eine enorme Hyperpathie der Haut, derart, daß bereits leises Streichen derselben ein furchtbares Schmerzgefühl hervorruft.

Das physische Korrelat des psychischen Erlebnisses des Schmerzgefühls besteht in einem Erregungsvorgang des afferenten Nervensystems. Wir sind aus mannigfachen, hier nicht näher zu erörternden Gründen berechtigt, von einem besonderen Schmerzsystem zu sprechen. Wir können dieses Schmerzsystem in 3 Abschnitte gliedern: 1. in die Rezeptoren (v. Kries), welche den peripheren algekphoren = algophoren Reiz aufnehmen, 2. in die diesen Schmerzreiz leitenden Nervenbahnen und 3. in die zentralen grauen Massen, in welchen der durch die Rezeptoren aufgenommene und durch die schmerzleitenden Nervenbahnen zugeleitete Erregungsvorgang diejenige neurodynamische Zustandsänderung hervorruft, deren psychisches Korrelat eben das Schmerzgefühl ist.

Wir bezeichnen den Reiz, welcher den Schmerz hervorruft, als Schmerzreiz. Im Allgemeinen führen zum Schmerz Reize, die so geartet sind daß sie bei ihrer Fortdauer den Organismus schädigen. Der Schmerzreiz kann mechanischer Natur sein (Stechen, Schneiden, Druck, Zerrung), er kann chemischer Natur sein (Einwirkung von chemischen Agentien auf die Haut, die Tiefenteile, die inneren Organe,

Brennnessel, Insektenstiche), er kann thermischer Natur sein (Verbrennung, Kälteeinwirkung) und er kann elektrischer Natur sein (galvanischer, faradischer Strom usw). Maßgebend für die Wirksamkeit eines Reizes ist vielfach nicht allein seine Art und Intensität, sondern auch seine Dauer. Vor allem spielt die Reizsummation bei der Entstehung des Schmerzes eine große Rolle, indem in bestimmten Intervallen einanderfolgende, als Einzelreize unterschwellige Erregungen, starken Schmerz auslösen können (Goldscheider). Von großer Bedeutung dafür, ob ein Reiz von bestimmter Art, Intensität und Dauer zum Schmerz führt, ist der Erregbarkeitsgrad der Rezeptoren, der schmerzleitenden Bahnen und der zentralen grauen Massen. Zahlreiche Krankheitsprozesse, mögen sie sich auf der Oberfläche unseres Körpers oder im Innern desselben abspielen, gehen bekanntlich mit mehr oder weniger starken Schmerzen einher. Auch dabei sind teils mechanische Einwirkungen (Druck und Zerrung), teils chemische Produkte eines abwegigen Stoffwechsels die Hauptursache. Hierbei spielt neben der Art, Intensität und Dauer der Reize möglicherweise auch die Umstimmung der Rezeptoren eine Rolle. Besonders erwähne ich die Bedeutung, welche dem Gefäßsystem bei dem Zustandekommen von Schmerzen zukommt. In der alten Entzündungslehre wird ja der Hyperämie eine entscheidende Rolle zugeschrieben. Es ist aber meines Wissens bisher noch nicht sicher erwiesen, ob eine aktive arterielle Hyperämie für sich allein Schmerz erzeugen kann, wenn auch nicht daran zu zweifeln ist, daß sie die Erregbarkeit der Schmerzrezeptoren steigert und bei gleichzeitig vorhandenen anderen Reizen den Schmerz wesentlich zu erhöhen vermag. Dafür spricht schon der Erfolg antihyperämischer Prozeduren in solchen Fällen. Die Stauungshyperämie hingegen wirkt zweifellos in zahlreichen Fällen schmerzlindernd. Andererseits kann aber eine venöse Stase auch sehr zur Vermehrung des Schmerzes beitragen. Anämie und die ihr nahestehende angiospastische Cyanose wirken einerseits im Sinne einer Herabsetzung der Erregbarkeit der Rezeptoren und damit schmerzmildernd. Die Erfahrungen, welche in letzter Zeit mit der periarteriellen Sympathektomie bei Nervenläsionen, die mit Defekten der Sensibilität und angiospastischer Cyanose einhergehen, gemacht sind und die dartun, daß sich Sensibilitätsdefekte mit der Aufhebung der angiospastischen Gefäßzustände und dem Eintritt der arteriellen Hyperämie, die der Operation folgt, manchmal nicht unerheblich bessern, können nur dadurch erklärt werden, daß zunächst durch den Angiospasmus die Erregbarkeit der Rezeptoren herabgesetzt war und der Sensibilitätsdefekt dadurch stärker war, durch die Operation aber der Angiospasmus beseitigt und durch die arterielle Hyperämie die Erregbarkeit der

Rezeptoren erhöht worden ist. Andererseits werden wir später bei Besprechung der Wirkungsweise der periarteriellen Sympathektomie Tatsachen kennen lernen, die dafür sprechen, daß Anämie und angiospastische Cyanose auch umgekehrt erregbarkeitssteigernd auf die Rezeptoren und schmerzauslösend wirken. Hier sei nur an die Schmerzen bei der Raynaud'schen Krankheit und bei anderen angiospastischen Zuständen sowie bei der Arteriosklerose erinnert, Affektionen, bei denen zwar in erster Linie wohl der Gefäßkrampf selbst schmerzhaft ist, bei denen aber auch eine Steigerung der Erregbarkeit und eine Reizung der Schmerzrezeptoren der betroffenen Gewebe selbst mit im Spiele ist.

Alle Reize, welche Schmerz auslösen, mögen sie an sich noch so verschiedener, mechanischer, chemischer, thermischer oder elektrischer Natur sein, werden, wie die neueren Reiztheorien annehmen, wahrscheinlich alle letzten Endes auf die gleiche Weise wirksam, dadurch daß sie an den Rezeptoren eine Verschiebung des Ionengleichgewichtes hervorrufen, wobei eine relative Vermehrung der Kaliumionen und der ihnen gleichgeordneten Basen erregbarkeitserhöhend und erregend, eine relative Vermehrung der Calciumionen und der ihnen gleichgeordneten Basen erregbarkeitsherabsetzend, lähmend, wirkt.

I.

Wir wollen jetzt zunächst die Frage erörtern, von welchen Stellen unseres Körpers aus Schmerz entstehen kann, welche Teile unseres Körpers Schmerzrezeptoren besitzen. Daß Kneifen, Stechen und Schneiden der Haut weh tut, ist eine Erfahrung, die ebenso alt ist, als es Menschen gibt. Der in der Haut entstehende Schmerz hat den bekannten hellen, scharfen, stechenden, schneidenden und brennenden Charakter des Oberflächenschmerzes (v. Frey). Daß aber auch die tiefen Substrate schmerzfähig sind, daß ein Knochenbruch, eine Luxation, eine Muskel- oder Sehnenzerrung, eine tiefe Phlegmone oder eine Muskelhämatom Schmerz verursacht, ist sicher eine ebenso alte Erkenntnis. Der aus der Tiefe stammende Schmerz hat im allgemeinen mehr einen dumpfen, bohrenden, spannenden Charakter (Tiefenschmerz). Wir wissen heutzutage, besonders seit der Ära der Operationen unter Ausschluß der Allgemeinnarkose, daß es kaum ein Organ unseres Körpers gibt, von dem aus nicht Schmerz entstehen könnte. Vor allem haben aber die neueren histologischen Forschungen die Existenz von sensiblen Nervenendigungen in fast allen Organen unseres Körpers aufgedeckt. Bei Operationen an den Extremitäten kann man die Schmerzfähigkeit der Fascien, der Sehnen, der Muskeln, der Knochen, besonders

des Periostes, ohne Schwierigkeiten erweisen. Aber es ist wichtig hervorzuheben, daß für diese Tiefensubstrate als adäquater algophorer Reiz Druck und Zerrung (Dehnung) weit mehr als Stechen und Schneiden in Betracht kommen. Aber ich habe auch zahlreiche Male beim Einschneiden der Fascia lata, oder beim Einschneiden eines Muskels heftigen Schmerz äußern gehört. Über die Schmerzhaftigkeit der Knochen, des Periostes und der Gelenke verdanken wir besonders Öhrwall und Nystroem eingehendere Untersuchungen. Auch der seines Periostes entblößte Knochen, besonders die Spongiosa ist nach meinen Erfahrungen manchmal beim Durchbohren noch schmerzempfindlich. Die größeren Röhrenknochen erhalten bekanntlich besondere Rami diaphysarii. An den Gelenken erweisen sich die Kapsel und die Synovialmembran mit ihren Zotten als schmerzempfindlich, während der Knorpel selbst nach den allgemeinen Erfahrungen gegen Schneiden, Stechen, Bohren völlig unempfindlich ist; Schmerz tritt erst, und auch nur gelegentlich, auf, wenn das bohrende Instrument in die unter dem Knorpel liegende Spongiosa eindringt. Mit diesen Erfahrungen steht im Einklang, daß sensible Nervenendigungen im Knorpel fehlen, dagegen in der Gelenkkapsel in reichem Maße vorhanden sind.

Die Lehre Lennander's und Mackenzie's, daß nur das Peritoneum parietale, die Organe der Bauchhöhle selbst aber kein Schmerzgefühl besäßen, ist heute wohl allgemein aufgegeben.

Kappis hat erst ganz kürzlich der Frage der Sensibilität der Bauchhöhle eine eingehende Besprechung gewidmet. Er vertritt in der Hauptsache den Standpunkt, daß zwar die Baucheingeweide selbst, d. h. Magen- und Darmwand, Leber, Gallenblase, Pankreas und Milz, im allgemeinen gegen alle Reize, die sonst Schmerzen verursachen, unempfindlich sind, daß aber außer dem parietalen Bauchfell auch das gesamte viscerale Peritoneum einschließlich des großen und kleinen Netzes, ferner die bindegewebige Umgebung des Pancreas, des Choledochus, wie auch des Cysticus usw. auf Zug, Druck, Abklemmung und Unterbindung exquisit schmerzhaft sind. Besonders gilt dies von der Umgebung der Gefäße, weshalb manche Autoren, besonders Lehmann und Breslauer, den Visceralschmerz geradezu als einen Gefäßschmerz bezeichnen. Das parietale und das viscerale Peritoneum und die bindegewebige Umgebung der eben genannten Bauchorgane hält Kappis für den hauptsächlichsten Entstehungsort der visceralen Schmerzen, er erachtet es im Gegensatze zu den Ansichten von Brüning, Goldscheider, Breslauer u. a. nicht für erwiesen, daß Schmerz in den abdominellen Organen selbst ohne Beteiligung des visceralen Peritoneums und der bindegewebigen Umgebung der einzelnen Organe entstehen kann. Der seröse Visceral-

überzug soll ebenso wie die Magen- und Darmwand selbst, die Wand der Gallenblase, die Milz, das Pancreas unempfindlich sein. Nun hat aber Carpenter in der Darmwand des Hundes und der Katze sensible Nervenendigungen nachgewiesen, im Pancreas fanden Ceelen und Ssobolew Vater-Pacini'sche Körperchen bei Tieren und beim Menschen. Dogiel fand in der Wand der in den Magen und Darm eindringenden Gefäße, bis zu Arterien von 60 μ Durchmesser herab, zahlreiche Nervenfasern und Endplatten. V. Hoffmann konnte allerdings im Peritonealüberzug des Magens, Dünndarms und der Gallenblase keine Nervenfasern finden. In der Nierenkapsel hat erst jüngst Stöhr die Existenz zahlreicher feiner Nervenfasern aufgedeckt, und in der Blase konnte Michailow zahlreiche Nervenfasern und Vater-Pacini'sche Körperchen in der Submucosa nachweisen. Störck hat im Ulcusboden von Magengeschwüren Nerveneinlagerung mit neuromartigen Bildungen gefunden. Girgolaff und Wereschenski konnten in Verwachsungen, die sich nach einer Gastroenterostomie gebildet hatten, Nerven in Stämmchen von 5—8 Achsencylindern und Nervenendigungen der einfachsten Form nachweisen. Bei seinen experimentell an Hunden angestellten Versuchen fand Wereschenski Nerven in den Verwachsungen zwischen 2 Dünndarmschlingen.

Mit der Feststellung dieser intravisceralen Nervenendigungen sind meines Erachtens die Unterlagen dafür gegeben, daß Schmerzen auch direkt von den Organen der Leibeshöhle ausgehen können, ohne Beteiligung des visceralen oder parietalen Peritoneums. Die Tatsache, daß Magen- und Darmwand, Leber, Gallenblase, Pancreas und Milz beim Kneifen, Stechen, Schneiden und Brennen unempfindlich erscheinen, beweist noch nicht, daß sie überhaupt nicht schmerzfähig sind. Diese Tatsache kann vielmehr auch so erklärt werden, daß derartige Reize zur Entstehung des Schmerzes in der Regel nicht genügen, und daß es zur Auslösung des Schmerzes einer besonderen Reizsummation (Goldscheider, Breslauer, Buchholz u. a.) oder einer Herabsetzung der Reizschwelle der Rezeptoren bedarf, Faktoren, die beide bei Krankheitsprozessen, welche sich in den betreffenden Organen abspielen, ohne weiteres als gegeben angenommen werden dürfen. Ferner spielen offenbar nicht nur die Reizsummation (die Dauer des Reizes) und der jeweilige Grad der Erregbarkeit der Rezeptoren bei der Entstehung des Organschmerzes eine bedeutsame Rolle, sondern auch die Art des Reizes. Kneifen, Stechen, Schneiden, Brennen sind offenbar nicht die adäquaten algekphoren Reize für die Organe der Leibeshöhle, vielmehr nehmen eine große Anzahl von Autoren (Head, Brüning, L. R. Müller, H. H. Meyer und Fröhlich, Bergmann u. a.) an, daß Schmerzen

einerseits durch eine abnorm starke und anhaltende Kontraktion, andererseits durch starke Dehnung der betreffenden Organe hervorgerufen werden. Dazu soll als dritter schmerzauslösender Reiz noch die Anämie treten, die schon seit Nothnagel als der eigentlich adäquate Schmerzreiz für die Organe der Leibeshöhle angesehen wurde. Daß die genannten Vorgänge an den inneren Organen Schmerzen hervorrufen, ist unbestreitbar: fraglich bleibt nur dabei, worauf Kappis meines Erachtens mit Recht hinweist, ob hierbei der Schmerzreiz wirklich in den betreffenden Organen selbst angreift, oder nicht vielmehr durch den damit verbundenen Zug am Peritoneum viscerale hervorgerufen wird. Kappis betont, daß A. W. Meyer nachgewiesen habe, daß die Darmblähung nur dann Schmerzen mache, wenn der Mesenterialansatz mit gebläht werde, aber ausbleibe, wenn jede mechanische Einwirkung auf denselben ausgeschaltet wird. Übrigens geht aus den Ausführungen Kappis' hervor, daß auch er die Möglichkeit nicht ausschließt, daß es wohl Magengeschwüre geben wird, die eine direkte autochthone Schmerzempfindlichkeit des Ulcusbodens aufweisen können, wie er auch an anderer Stelle zugibt, daß man bei Operationen den Eindruck habe, daß die Magenwand selbst nicht immer ganz unempfindlich sei. Auch der Leber spricht Kappis eine direkte örtliche Schmerzempfindlichkeit nicht ganz ab, er stellte in einem Falle bei der Entfernung einer Schrappnellkugel aus der Leber eine sichere Schmerzempfindlichkeit des Organes selbst fest. Über den Darmkolikschmerz sagt Kappis folgendes:

„Ich bin der Ansicht, daß unter den chirurgischen Autoren in der Erklärung der Entstehung des Darmkolikschmerzes keine prinzipiellen Gegensätze mehr bestehen. Alle verlegen die Ursache des Darmschmerzes in viscerale Gebiete, die sensible Nerven besitzen. Nur der Gegensatz besteht: die einen nehmen an, daß die sensiblen Nerven nur bis in die unmittelbare Umgebung des Darmes gelangen, wo sie auch durch Schmerzreize nachweisbar sind; die anderen nehmen an, daß die sensiblen Nerven bis in die Darmwand selbst reichen, wo sie aber durch die gewöhnlichen Schmerzreize nicht nachweisbar sind. Die letztere Annahme halte ich, obwohl der Darm möglicherweise sensible Nerven enthalten kann, für durchaus entbehrlich, da bei sämtlichen Ursachen für Darmschmerzen, die uns bekannt sind, die Schmerzen sehr wohl im Bereiche des Mesenterialansatzes am Darm ausgelöst werden können, weil regelmäßig eine Beteiligung desselben an den entsprechenden schmerzenden Vorgängen eintreten muß."

Meines Erachtens übersieht Kappis bei seinen Deduktionen den wichtigen Umstand, daß die im visceralen Peritoneum und bis in die unmittelbare Umgebung des Magens und Darmes nachgewiesenen Nervenfasern schmerzleitende Fasern sind, aber nicht die Endausbreitungen, die eigentlichen Rezeptoren darstellen. Er setzt z. B. den von ihm durch Kneifen des Peritonealansatzes hervorgerufenen Schmerz in direkte Parallele mit dem durch Kneifen, Stechen oder Schneiden der Haut er-

zeugten Schmerz. Das ist nicht angängig. Die im Peritoneum viscerale verlaufenden Nervenfasern sind ein Analogon der sensiblen Hautnerven, aber nicht der in der Haut gelegenen Schmerzrezeptoren. Es wäre höchst auffallend, wenn die Organe der Leibeshöhle im Peritoneum viscerale afferente Schmerzfasern, aber in ihrem Innern keine sensiblen Schmerzrezeptoren besitzen sollten. Damit wäre das Prinzip, das sonst überall in dieser Hinsicht im Körper herrscht, in auffallender Weise durchbrochen. Wenn Kappis am Peritoneum viscerale die Schmerznerven so leicht nachweisen kann, so ist das kein Wunder, erweist sich doch auch der sensible Hautnerv für Reize schmerzempfindlich, die in der Haut selbst vollkommen unterschwellig sind. Und wenn am Magen und Darm selbst Reize wie einfaches Kneifen, Stechen oder Brennen keinen Schmerz verursachen, so spricht das meines Erachtens nicht gegen die dortige Existenz von Schmerzrezeptoren, sondern nur dafür, daß dieselben auf diese Art von Reizen meist nicht ansprechen. Kappis lehnt den Begriff des adäquaten Reizes zu Unrecht ab und wird der Bedeutung der Reizsummation und Reizdauer sowie der Bedeutung des jeweiligen Erregbarkeitsgrades der Rezeptoren nicht gebührend gerecht.

Daß die Blase der Entstehungsort heftigster Schmerzen sein kann, ist genugsam bekannt. Die normale Blasenschleimhaut selbst erweist sich im allgemeinen für mechanische, chemische und thermische Reize als unempfindlich, vom Blasenhalse vielleicht abgesehen. Zum Schmerz führen im allgemeinen erst die Vorgänge an der Muskulatur, Dehnung und anhaltende Kontraktion und, wenn chemische und thermische Reize, die die Schleimhaut treffen, zum Blasenschmerz führen, wird dieser oft auf dem Umwege über die durch den Schleimhautreiz ausgelösten Vorgänge an der Muskulatur entstehen. Völlig geklärt sind aber diese Verhältnisse noch nicht und es ist auch fraglich, ob sie für alle Individuen identisch sind und ob die krankhaft veränderte Blasenschleimhaut nicht an sich selbst schon schmerzempfindlich ist. Sicher hochgradig schmerzempfindlich ist auch schon unter normalen Verhältnissen die Urethralschleimhaut. Der gesunde Hoden erweist sich ohne weiteres als hochgradig druckschmerzhaft; auch das gesunde Ovarium ist oft gegen Druck empfindlich, und die vor der Menstruation eintretende Dehnung der Albuginea löst manchmal lebhaften Schmerz aus, der beim Platzen des Follikels sein Maximum erreicht; das krankhaft veränderte Ovarium ist schon bei leisem Druck sehr schmerzhaft. Man muß also zugeben, daß die Organe des kleinen Beckens selbst als schmerzempfindlich angesehen werden müssen und daß der Schmerz nicht von einer Dehnung der Aufhängebänder abhängt.

Daß die Organe der Brusthöhle das Herz, die Aorta thoracica, der Ösophagus direkt in hohem Grade schmerzfähig sind, kann nicht bezweifelt werden.

Akute Dehnung des gesunden Herzmuskels ist ebenso schmerzhaft wie abnorm krampfhafte Zusammenziehung (Kast). Dasselbe gilt für den Ösophagus und vollends gilt es für die krankhaft veränderten Organe. Im Herzbeutel und im Epikard hat F. Glaser reichlich feinste Nervengeflechte mit Endösen und Knötchen nachgewiesen. Dieselben Gebilde sind auch überall im Herzmuskel vorhanden, doch ist daselbst die Unterscheidung sensibler und motorischer Endorgane kaum möglich. Auch das Endocard ist mit feinen Nervenfasern und Endösen ausgestattet. Michael und Dogiel wollen besondere sensible Nervenendigungen differenziert haben. Im Ösophagus ist ein reichliches submucöses Nervengeflecht vorhanden (F. Glaser), das wohl nur als afferent betrachtet werden kann, während von den in der Muskulatur enthaltenen Nervenfasern und Nervenendigungen nicht zu entscheiden ist, welche sensible und welche motorisch sind.

In den Lungen kommt Schmerzempfindlichkeit in erster Linie dem Bronchialbaum, dessen Schleimhaut und Muscularis reichlich mit Nervenendigungen ausgestattet sind, zu. Ferner gilt dies für die dem Lungenhilus benachbarten Teile der Pleura pulmonalis, sowie vor allem für die Pleura costalis, während es für den übrigen Teil der Pleura pulmonalis und das alveoläre Lungengewebe von L. R. Müller in seinem ausführlichen auf dem diesjährigen Kongreß für Innere Medizin erstatteten Referate in Abrede gestellt wird. Ich glaube aber, daß diese von L. R. Müller gemachten Einschränkungen noch der weiteren Bestätigung bedürfen. Viktor Hoffmann fand allerdings in der Pleura pulmonalis nur sehr spärliche sensible Nervenfasern, reichlicher in den dem Lungenhilus benachbarten Partien. Bei der Frage der Schmerzempfindlichkeit der Organe der Brusthöhle darf ebensowenig wie bei den Organen der Leibeshöhle übersehen werden, daß der adäquate Reiz, der zum Schmerz führt, besonders geartet sein muß. Auch für sie gilt in der Hauptsache die Auffassung, daß einerseits starke und anhaltende Kontraktion, andererseits starke Dehnung, und drittens vor allem Anämie die adäquaten algophoren Reize darstellen, wobei an den mit Muskulatur versehenen Organen die Vorgänge in der Muskulatur selbst eine wesentliche Rolle zu spielen scheinen. Auch ist natürlich die Dauer des Reizes, die Reizsummation von großer Bedeutung. Und ferner spielt die Umstimmung der Schmerzrezeptoren durch die verschiedenartigsten Krankheitsprozesse, die Herabsetzung ihrer Reizschwelle eine beträchtliche Rolle.

In seinem oben erwähnten Referate vertritt L. R. Müller den Standpunkt, daß die Dura mater des Gehirns gegen Schneiden mit dem Messer oder mit der Schere unempfindlich sei, und er beruft sich

hierbei u. a. auch auf mich selbst. Müller hat meine ihm brieflich gemachten diesbezüglichen Angaben offenbar mißverstanden. Ich habe zahlreiche Male festgestellt, daß Schneiden der Dura oder das Erfassen derselben mit der Pinzette, ja unter Umständen schon die leiseste Berührung oder Wischen mit dem Tupfer unmittelbar lebhaften Schmerz auslösen kann. Besonders gilt dies von der Dura der Basis cranii in ihrer gesamten Ausdehnung und vom Tentorium cerebelli, während im allgemeinen die Dura der Konvexität, je näher dem Scheitel, um so weniger empfindlich ist. Exquisit schmerzhaft ist auch die Dura in der Gegend der größeren Äste und des Stammes der Meningea media. In der Dura mater hat Traum zahlreiche feine Nervenfasern mit Endösen nachgewiesen. Auch die Pia mater ist reichlich mit sensiblen Nervenendigungen ausgestattet, wie dies besonders in letzter Zeit Stöhr aufgedeckt hat. Aber im Gegensatz zur Dura mater habe ich eigentlich niemals durch Schneiden oder Kneifen oder ähnliche Reize der Pia Schmerz auslösen können, nicht einmal wenn sie sich im Zustande lebhaftester Entzündung befand (tuberkulöse Meningitis u. a.). Wir dürfen natürlich ebensowenig wie bei den Organen der Leibeshöhle und des Thorax aus der Unempfindlichkeit der Pia mater gegen Schneiden, Stechen, Kneifen, Brennen und ähnliche Reize auf eine völlige Schmerzunfähigkeit derselben schließen. Art und Dauer des Reizes sind hier wie dort von Bedeutung und ich möchte, ehe nicht strikte Beweise für das Gegenteil erbracht werden, an der Auffassung festhalten, daß Kopfschmerz sowohl durch Reizung der Dura wie der Pia mater entstehen kann. Wohl habe ich mehrfach bei der Umstechung von Hirnrindenpartien zum Zwecke der Excision, wobei größere Gefäße umschnürt wurden, starken Schmerz äußern hören. Aber hiervon abgesehen, können wir das Gehirn selbst als unempfindlich gegen Schneiden, Stechen, Drücken, Zerren, Brennen bezeichnen. Eine Sonderstellung nehmen nur diejenigen Hirnpartien ein, welche schmerzleitende Bahnen führen, und diejenigen Rindenfelder, welche wir als die corticalen Endstätten der sensiblen Leitungsbahnen ansehen. Die bei ihrer Reizung auftretenden sensiblen Irritationsphänomene, unter denen auch der Schmerz auftreten kann, haben eine besondere Bedeutung, wovon später ausführlich die Rede sein wird. Exquisit schmerzempfindlich ist der Plexus chorioideus: schon einfache Berührung desselben mit der Pinzette kann lebhaften Schmerz erzeugen. Aus den Untersuchungen Stöhr's wissen wir, daß die Plexus chorioidei mit zahlreichen Nervenverzweigungen ausgestattet sind. Die Dura mater spinalis ist in viel geringerem Maße schmerzempfindlich als die Dura cerebri. Die bei Freilegung der Dura, besonders nachdem sie von der ihr aufliegenden

Fettschicht entblößt ist, nicht selten auftretenden heftigen Schmerzen beruhen zum größten Teil auf einer Reizung der unmittelbar darunter liegenden spinalen Wurzeln und der schmerzleitenden medullären Leitungsbahnen. Doch habe ich auch wiederholt bei der Naht der Dura spinalis, besonders beim Kneifen der freien Duraränder mit der Pinzette deutlichen Schmerz konstatieren können.

Ein letztes Wort über die Schmerzhaftigkeit der Gefäße. Die neuen, besonders bei der periarteriellen Sympathektomie oder der Unterbindung der Arterien gewonnenen Erfahrungen lassen keinen Zweifel darüber, daß die Gefäße selbst in der Norm in hohem Maße schmerzempfindlich sind. Nach Odermatt, dem wir eine ausführliche Studie über den Gefäßschmerz verdanken, sollen manche Arterien, z. B. die Thyreoidea superior und die Magenarterien in höherem Grade schmerzhaft sein, wie andere Arterien. Die Arteria thyreoidea inferior, die Carotis communis und die Arteria iliaca sollen nach manchen Autoren keinen Ligaturschmerz aufweisen. Bei der periarteriellen Sympathektomie fand ich aber sowohl die Carotis als auch die Iliaca externa, die Hypogastrica und Iliaca communis, nicht nachweislich weniger empfindlich wie andere Arterien, z. B. die Vertebralis, die Brachialis, die Poplitea. In der Adventitia der Gefäße sind bekanntlich zahlreiche feine Nervengeflechte enthalten. Schemetkin hat in der äußeren Arterienwand zahlreiche sensible Endplättchen darstellen können. Dogiel gibt an, daß die sensiblen Nerven in einiger Entfernung vom Gefäß mit dünnen Markscheiden umkleidet werden. L. R. Müller verneint die Schmerzempfindlichkeit der Gehirnarterien. Dieselben sollen nach seiner Angabe keine sensiblen Nervenendigungen und keine Muscularis besitzen. Letzteres ist zweifellos unrichtig. Ich habe aber auch weiter oben schon erwähnt, daß ich bei der Unterbindung von Gehirnarterien mehrfach lebhaften Schmerz festgestellt habe. Verlegung großer Gehirnarterien ist, das muß ich der gegenteiligen Behauptung L. R. Müller's entgegenhalten, oft von lebhaftem, der erkrankten Gehirnseite entsprechenden Kopfschmerz begleitet. Der Migräneschmerz soll nach Müller nichts mit der Kontraktion der Hirnarterien zu tun haben, sondern auf einseitiger Steigerung der Liquorsekretion mit Druck auf Dura und Pia beruhen. Warum aber sistiert der Migräneschmerz manchmal prompt auf Injektion angiodilatatorischer Agentien (Papaverin) und fast momentan auf Injektion von Ca-Br in die Carotis, wobei durch das Calcium eine unmittelbare ausgesprochene Gefäßerweiterung entsteht? Auch sonst spricht vieles für die arterielle Genese des Migräneschmerzes.

Ich möchte die Frage der Schmerzempfindlichkeit der verschiedenen Teile und Organe unseres Körpers nicht verlassen, ohne auf einen

Punkt besonders aufmerksam zu machen, der bisher nicht genügend erwähnt wurde, i. e. die beträchtlichen individuellen Differenzen der Schmerzhaftigkeit. Die Schmerzschwelle besitzt schon unter normalen Verhältnissen, beim Vergleich verschiedener Individuen eine beträchtliche Breite und stellt auch bei einem und demselben Individuum eine zeitlich recht variable Größe dar. Das gilt für die Haut sowohl wie besonders für die Tiefensubstrate und die inneren Organe. Es gibt Leute mit gesundem Nervensystem, denen ein Knochenbruch kaum weh tut. Dieselben Erfahrungen machen wir bei experimenteller Prüfung der Schmerzhaftigkeit der einzelnen Organe bei Operationen; den einen läßt das Durchschneiden der Fascia lata oder der Dura, das Kneifen derselben mit der Pinzette völlig unberührt, der andere schreit laut auf, wenn wir die Fascie nur mit einer Sonde berühren, oder mit dem Tupfer über die Dura mater wischen.

II.

Nach diesen Betrachtungen über die Schmerzempfindlichkeit der einzelnen Organe unseres Körpers wollen wir das Schmerzsystem näher ins Auge fassen und mit den Rezeptoren beginnen. Als Rezeptoren fungieren zweifellos sensible Nervenendigungen, die, wie die neueren Untersuchungen von Boeke und Heringa lehren, alle intraprotoplasmatisch gelegen sind, wobei die neurofibrillären Endigungen, Endknospen und Endösen von einer besonders differenzierten protoplasmatischen Substanz, dem sogenannten periterminalen Netzwerk umgeben sind, welch letzteres Boeke mit der „receptive substance“ Langley's identifiziert. Die Hauptfrage, die sich für uns erhebt, ist die: Gibt es besondere Schmerzrezeptoren, ist von den zahlreichen bekannten morphologisch differenten Nervenendapparaten eine bestimmte Kategorie mit der Rezeption des Schmerzes speziell und ausschließlich betraut? Die deskriptive Histologie kennt eine ungeheuer große Zahl der verschiedensten sensiblen Endapparate in der Haut und den tiefen Teilen. Ich nenne nur die wichtigsten. die sogenannten freien intraepithelialen Nervenendigungen, das Langerhans'sche Endnetz, die Merkel'schen Körperchen, die intraepithelialen Körbe Dogiel's, die Fiochetti papillari Ruffini's, die Golgi-Mazzoni'schen Körperchen, die Meissner'schen Körperchen, die Ruffini'schen Körperchen, die Vater-Pacini'schen Körperchen in der Haut: die Kühne'schen Muskelspindeln, die epimysiären freien Nervenendigungen von Odenius, die Tschiriew'schen Trauben, die Retzius-schen Körbe, die Koelliker'schen freien Endigungen im Perimysium, die Kirschner'schen Knospen, die Vater-Pacini'schen Körperchen, die Golgi-schen Corpora neuro-tendinosa u. a. in den Muskeln oder Sehnen. Soviel

Autoren soviel scheinbar verschiedene Endorgane, deren Zahl noch beträchtlich wächst, wenn man die mannigfachen Übergangsformen zwischen den einzelnen sogenannten typischen Formen in Betracht zieht. Haben diese morphologisch differenten Endapparate eine verschiedene physiologische Dignität? Die Physiologie, an ihrer Spitze Blix und gegenwärtig der Würzburger Physiologe von Frey, lehrt, daß die Haut aus einem Mosaik von verschiedenen sensiblen Punkten zusammengesetzt ist. Für jede verschiedene sensible Qualität existieren besondere Punkte: Druckpunkte, Wärmepunkte, Kältepunkte und Schmerzpunkte. Für jedes spezielle Punktsystem soll das Gesetz der spezifischen Sinnesenergie gelten. So hat von Frey nachgewiesen, daß ein Schmerzpunkt nicht nur auf den mechanischen Reiz einer Nadelspitze, sondern ebenso auf einen ihn treffenden punktförmigen chemischen und elektrischen Reiz oder auf die mittels einer Sammellinse auf ihn konzentrierten Lichtstrahlen stets nur mit einem Schmerzgefühl reagiert. Andererseits kann Schmerz nur durch Erregung von Schmerzpunkten entstehen. Trifft der Reiz zwischen zwei Schmerzpunkte, so kommt Schmerzgefühl nur durch Fernwirkung auf die benachbarten Schmerzpunkte zustande. Frey erblickt in den oberflächlichen freien Nervenendigungen die Schmerzrezeptoren. Die Frey'sche Lehre ist nicht unwidersprochen geblieben. Besonders Goldscheider hat sie bekämpft und auch heute noch schlägt der Kampf beider Autoren hohe Wogen. In der normalen menschlichen Haut sind die Schmerzpunkte sehr dicht gesät, ihre isolierte Prüfung ist sehr erschwert, aber ich konnte ihre getrennte Lage selbst auf dem Grunde einer Brandblase nach abgehobener Epidermis an mir selbst mittels punktförmiger abstufbarer Reize noch deutlich nachweisen. Viel präziser kann man die Lage und die Eigenschaften der Schmerzpunkte unter pathologischen Umständen studieren. Erstens wissen wir, daß bei der Totaltrennung eines peripheren Nerven häufig in bestimmten Hautbezirken nur das Schmerzgefühl erhalten bleibt, während alle anderen Sensibilitätsqualitäten in diesen Bezirken ganz ausfallen. Ferner aber ist es eine hundertfältig gemachte Erfahrung, daß bei der Nervenregeneration nach Nervennaht sich in dem anfangs völlig deafferentierten Hautgebieten zunächst ausschließlich das Schmerzgefühl wiederherstellt, während alle übrigen sensiblen Qualitäten, die Berührungsempfindung, die Warm- und Kaltempfindung zunächst und auch für lange Zeit erloschen bleiben. In dieser für die Regeneration charakteristischen Periode der dissoziierten Sensibilitätsstörung kann man nun beobachten, daß in dem ursprünglich total deafferentierten Gebiete anfangs nur vereinzelte Schmerzpunkte auftreten; nur von ihnen aus kann Schmerz wachgerufen werden, während die Nachbarschaft in weiter Ausdehnung

noch analgetisch ist (Head, eigene Beobachtungen). Mit fortschreitender Regeneration treten immer neue Schmerzpunkte auf, bis zuletzt ihre Zahl und Dichte der unter normalen Verhältnissen gleichkommt. Die isolierte Existenz dieser Schmerzpunkte gestattet nun die Eigenschaften derselben genau festzustellen. Als solche hebe ich hervor: die relativ hohe Reizschwelle, die Bedeutung der Dauer des Reizes und der Reizsummation, die beträchtliche Latenzperiode, den intensiven explosionsartigen Ausbruch des Schmerzgefühls bei gerade überschwelligen Reizen und den abnormen höchst unangenehmen Charakter des Schmerzes, der bei allen überschwelligen Reizen erlebt wird und der zu heftigen Abwehrbewegungen und Reaktionen in der vasomotorischen und vegetativen Sphäre führt, das Fehlen oder den Mangel an Relation zwischen Reizstärke und Gefühlsstärke (Ungültigkeit des Weber-Fechner'schen Gesetzes), die lange Nachdauer des Schmerzes nach Aufhören des Reizes, wobei schmerzfreie Intervalle mit schmerzhaften mehrfach abwechseln können, die höchst mangelhafte räumliche Wertung des Reizes, die ungenaue Lokalisation, die schlechte räumliche Diskriminierung zweier oder mehrerer gleichzeitig applizierter Reize, die weite Irradiation des Schmerzes, den Mangel an Merkmalen, die einen Rückschluß auf die Natur und Art des Schmerzreizes, (ob mechanischer, chemischer, elektrischer, thermischer Genese), zulassen. Was unter solchen pathologischen Verhältnissen bei Reizung eines Schmerzpunktes im Bewußtsein erscheint, ist sozusagen reines, empfindungsloses Schmerzgefühl. Ich habe, um die abnorm starke Gefühlsbetonung des psychischen Erlebnisses sowie überhaupt die oben beschriebene Eigenart des Schmerzes, seine Nachdauer, seine Irradiation, seine Neigung, starke Reaktionen auszulösen, besonders zum Ausdruck zu bringen, die Bezeichnung Hyperpathie vorgeschlagen. Besonders beachtenswert ist der Umstand, daß trotz der Erhöhung der Reizschwelle, die unter solchen pathologischen Bedingungen zunächst fast immer besteht, das bei überschwelligen Reizen auftretende Schmerzgefühl eine, mit der Norm verglichen, inadäquate Stärke und Färbung aufweist. In dem Maße als die Nervenregeneration in dem anfangs deafferentierten Bezirke fortschreitet und damit die Zahl der Schmerzpunkte zunimmt, tritt dieser eigenartige hyperpathische Charakter des Schmerzes immer mehr in den Vordergrund: die Reizschwelle, die, wie gesagt, anfangs mit der Norm verglichen, beträchtlich erhöht war, nimmt sukzessive immer niedrigere Werte an und erreicht die Norm, ja sie kann zuletzt bei sehr fortgeschrittener Regeneration sogar unter die normale Grenze sinken. Dabei bleibt im übrigen, solange die Regeneration nur das Schmerzgefühl betrifft, der hyperpathische Charakter des Schmerzes in allen vorhin erwähnten Einzelheiten bestehen. In solchen Fällen mit abnorm niedriger Reiz-

schwelle sind wir berechtigt, von echter Hyperalgesie zu sprechen. Erst wenn später auch die anderen Sensibilitätsqualitäten, speziell die Berührungs- und Druckempfindung und der Raumsinn der Haut wiederkehren, erleiden die primären Eigenschaften der Schmerzpunkte eine nicht unbeträchtliche Abänderung; einerseits geht die Reizschwelle da, wo sie zuvor erniedrigt war, jetzt wieder auf ihren normalen Wert zurück: der höchst unangenehme hyperpathische Charakter des Schmerzes bei überschwelligen Reizen verschwindet, die Relation zwischen Reizstärke und Gefühlsstärke tritt mehr in den Vordergrund, die abnorm lange Nachdauer des Schmerzes nimmt ab, die Irradiation schwindet: andererseits wird die räumliche Wertung des Schmerzreizes eine bessere, die Lokalisation eine schärfere, die Differenzierung zweier oder mehrerer gleichzeitig gesetzter räumlich getrennter Schmerzreize eine genauere.

Wir sehen also, daß die Schmerzpunkte unter bestimmten pathologischen Verhältnissen, bei denen nur das Schmerzsystem vorhanden ist, die anderen sensiblen Systeme, speziell die Empfindungssysteme aber ausfallen, besondere Eigenheiten aufweisen, die wieder zurücktreten, sobald auch die Empfindungssysteme sich wieder herstellen. Daraus geht meines Erachtens hervor, daß normaliter das Schmerzsystem durch die gleichzeitige Erregung der Empfindungssysteme einer Regulation unterliegt, daß es einerseits eine Inhibition durch die Empfindungssysteme, andererseits eine Verfeinerung seiner Leistungen durch letztere erfährt. Diesen Wechselbeziehungen zwischen Schmerzsystem und Empfindungssystemen werden wir noch vielfach begegnen.

So sicher nun auch die Existenz besonderer Schmerzpunkte sowohl in der Norm und noch besser unter bestimmten pathologischen Verhältnissen erwiesen ist, so müssen wir uns doch darüber klar sein, daß diesen Schmerzpunkten zunächst nur eine physiologische Bedeutung zukommt. Es ist bisher nicht durch histologische Untersuchungen erwiesen, ob einem Schmerzpunkt Nervenendorgane von einem bestimmten morphologischen Typus entsprechen. Ich bearbeite diese Frage augenblicklich gemeinsam mit dem Utrechter Anatomen J. Boeke. Ich habe in zahlreichen Fällen von Nervendurchtrennungen, in denen in gewissen Regionen der Haut dissoziierte Empfindungsstörungen vorhanden waren, d. h. ganz bestimmte Sensibilitätsqualitäten erloschen und andere, in der Regel nur das Schmerzgefühl, erhalten waren, Hautstückchen exzidiert, und es wird jetzt untersucht, ob dem erhaltenen Schmerzgefühl bzw. anderen erhaltenen Empfindungsqualitäten ganz bestimmte Endapparate in der Haut entsprechen oder nicht. Diese sehr mühseligen Untersuchungen sind noch im Gange. Ein endgültiges Ergebnis liegt noch nicht vor. Aber es hat doch den Anschein, als ob die Frage

in negativem Sinne beantwortet werden müsse. Es konnten in Hautstückchen, in denen nur das Schmerzgefühl erhalten war, einzelne erhaltene Vater-Pacini'sche und Golgi-Mazzoni'sche Körperchen festgestellt werden, während andere derselben Gattung ihres neurofibrillären Apparates beraubt waren. Sogenannte freie intraepitheliale Nervenendigungen, die v. Frey bekanntlich für die Rezeptoren des Schmerzgefühles hält, wurden bisher in keinem Falle mit nur erhaltenem Schmerzgefühl gefunden.

In einem bisher bereits von Boeke veröffentlichten Falle von Nervenregeneration nach Ulnarisnaht fanden sich in einem Hautbezirk, der im wesentlichen die von Head als protopathische Sensibilität bezeichnete Form der Sensibilitätsstörung aufgewiesen hatte (erhaltenes Schmerzgefühl, erhaltene Temperaturempfindung bei Applikation thermischer Reize unter 20° C und über 45° C, erloschene taktile Sensibilität und erloschene thermische Sensibilität für intermediäre Temperaturreize), alle möglichen Nervenendigungen, freie intraepitheliale Nervenendigungen, Meissner'sche Körperchen, Ruffini'sche Körperchen, Dogiel'sche Knäuel u. a. Dieser Fall läßt aber meines Erachtens deshalb keinen bindenden Schluß zu, weil einmal kein reines isoliertes Erhaltensein des Schmerzgefühles bestand, und vor allem, weil es sich um einen Hautbezirk handelt, der anfangs total deafferentiert war und in dem sich dann die Sensibilität allmählich wieder regenerierte. Man kann in solchen Fällen den Einwand erheben, daß die Meissner'schen, Ruffini'schen, Dogiel'schen und anderen Körperchen bereits histologisch im groben wieder hergestellt sein können, aber doch noch nicht so weit differenziert zu sein brauchen, daß ihre physiologische Funktionstüchtigkeit im Dienste der Rezeption taktiler und thermischer Reize gewährleistet wird. Für unsere Frage, ob dem Schmerzgefühl ein bestimmter Nervenendigungstypus entspricht, kann meines Erachtens nur Material verwandt werden, bei dem die Regeneration keine Rolle spielt.

Für die Frage, ob die Rezeption des Schmerzreizes an ganz bestimmte Nervenendapparate gebunden ist, kommt aber noch eine andere histologische Tatsache in Betracht. Die meisten sensiblen Endkörperchen nehmen in ihrem Inneren eine markhaltige Nervenfaser und eine marklose sog. Remak'sche Faser auf (vgl. Abb. 1—4). Das terminale Netzwerk der marklosen Faser ist ein viel feineres und zarteres als das der markhaltigen Faser. Auch in den Muskeln finden wir sowohl in den Kühne'schen Spindeln als auch an den Muskelfasern selbst nicht nur epilemmale Endösen markhaltiger Fasern, sondern auch zahlreiche sehr zierliche epilemmale Endösen markloser Fasern (vgl. Abb. 5). Solche finden sich auch im Bindegewebe zwischen den Muskelfasern. Agduhr hat den Beweis erbracht, daß diese letzteren zum sympathischen System gehören; sie bleiben nach Durchschneidung der Spinalnerven zentral vom Eintritt des Ramus communicans erhalten und degenerieren bei Ausrottung der zugehörigen sympathischen Ganglien. Sie haben also ihr trophisches Zentrum in den Grenzstrangganglien, im Gegensatz zu den markhaltigen sensiblen Nerven-



Abb. 1 und Abb. 2.
Meissner'sches Tastkörperchen mit den relativ groben Endverzweigungen der markhaltigen Nervenfaser und dem viel feineren Endnetz der marklosen Faser (Timofejew'sches Netz). Abb. 1 nach Ruffini, Abb. 2 nach Dogiel.



Abb. 3.
Golgi-Mazzonisches Körperchen mit den kolbigen Endigungen der markhaltigen Nervenfaser und dem feinen Endnetz der marklosen Faser, nach Crevatin.

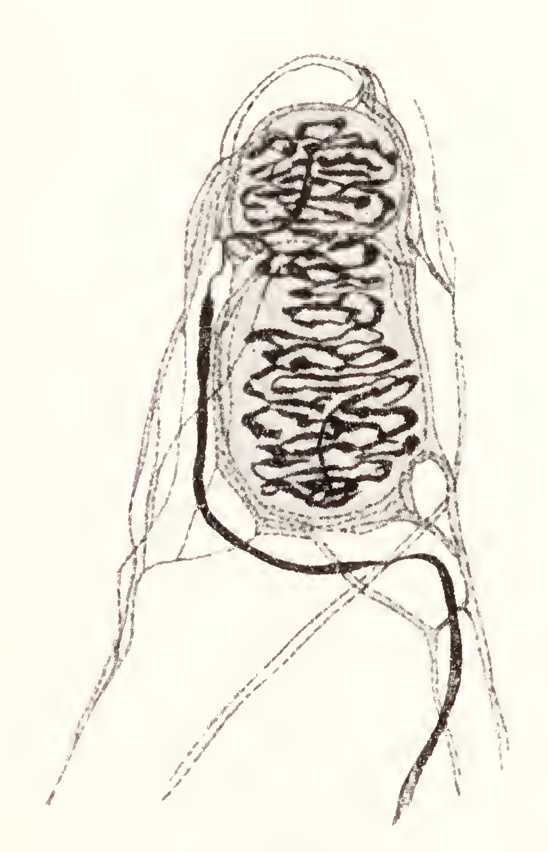


Abb. 4.
Meissner'sches Tastkörperchen mit grobschlingiger Endverzweigung der markhaltigen Nervenfaser und einem sehr zarten Reticulum amyelinicum pericorpusculare, nach Crevatin.



fasern, deren trophisches Zentrum in den Spinalganglien gelegen ist. Wir haben hier ein Analogon der doppelten Versorgung der inneren Organe durch afferente sympathische Fasern einerseits und durch zerebrospinale Fasern (Vagus, Phrenicus, Pelvici) andererseits vor uns. Nun bin ich ebenso wie andere Autoren durch pathophysiologische Erfahrungen mehr und mehr zu der Auffassung geführt worden, daß wir zwei verschiedene Systeme der Sensibilität unterscheiden müssen, ein affektives System, das der Vermittelung der Affekte, der Lust- und Unlustgefühle, also in erster Linie auch des Schmerzgefühles dient, und ein perceptorisch-epikritisches System, das der Vermittelung der an sich affektlosen reinen Empfindungen, der Berührungs- und Druckempfindung, der Warm- und Kaltempfindung, der Bewegungsempfindung, dem Kraftsinn und vor allem auch der Perzeption und Differenzierung



Abb. 5.
Sympathische afferente Nervenfaser mit epilemmaler Endausbreitung und zahlreichen Endösen und Endgittern, nach Agduhr.

räumlicher Momente vorsteht. Wenn wir diese physiologische Gliederung in zwei grundverschiedene Systeme einerseits und die doppelte Versorgung der sensiblen Endapparate und der inneren Organe mit einer marklosen sympathischen und einer markhaltigen zerebrospinalen Faser andererseits berücksichtigen, so liegt der Gedanke nahe, in den sympathischen Endigungen in der Haut und den Muskeln die Schmerzreceptoren zu erblicken. Manche Autoren, Meige, Mme Bénisty u. A., haben auch bereits dahingehende Vermutungen ausgesprochen, und die bekannte nach Schußverletzungen der peripheren Nerven so oft beobachtete Kausalgie Weyr-Mitchell's auf eine Irritation der sympathischen Elemente zurückgeführt. Aber es muß demgegenüber doch betont werden, daß es sich hier vorerst nur um Vermutungen handelt und daß strikte Beweise noch fehlen.

Die ganze Frage der sensiblen Endapparate befindet sich zur Zeit in einer bemerkenswerten Wandlung, die sich in erster Linie an die

Namen Apathy's und der holländischen Histologen Boeke und Heringa knüpft. Nach der Auffassung dieser Forscher scheint es, daß die sensiblen Nervenfasern in der äußersten Peripherie ein mehr oder weniger geschlossenes Netzwerk bilden, die Neurofibrillen durchflechten sich und anastomosieren in der mannigfachsten Weise und in dieses Endnetz sind die sogenannten Nervenendkörperchen nur eingelagert, sie bilden gleichsam nur besonders strukturierte Konzentrationspunkte, in denen die neurofibrillären Ösen und Netzchen besondere Beziehungen zum Protoplasma der Zellen gewinnen. Die neurofibrillären sogenannten Endösen und Endgitter sind nicht das letzte darstellbare Strukturgebilde des Nervenendapparates, sondern an sie schließt sich überall das Boeke'sche periterminale Netzwerk an, eine äußerst feine wabige Differenzierung des Zellprotoplasmas, die oft weithin verfolgt werden kann (vgl. Abb. 6a und 6b). Es fällt, wie Boeke selbst sagt, oft tatsächlich sehr schwer zu sagen, wo der Neurofibrillenapparat aufhört und wo das eigentliche Zellprotoplasma anfängt. Zieht man noch in Betracht, daß trotz aller Differenzierung und scheinbaren Selbstständigkeit alle die Zellen und Gewebselemente, in denen Neurofibrillen sich aufsplittern, ein untereinander zusammenhängendes Syncytium bilden, so wird der Ring des geschlossenen Endnetzes noch fester. Die Auffassung, daß die sensiblen

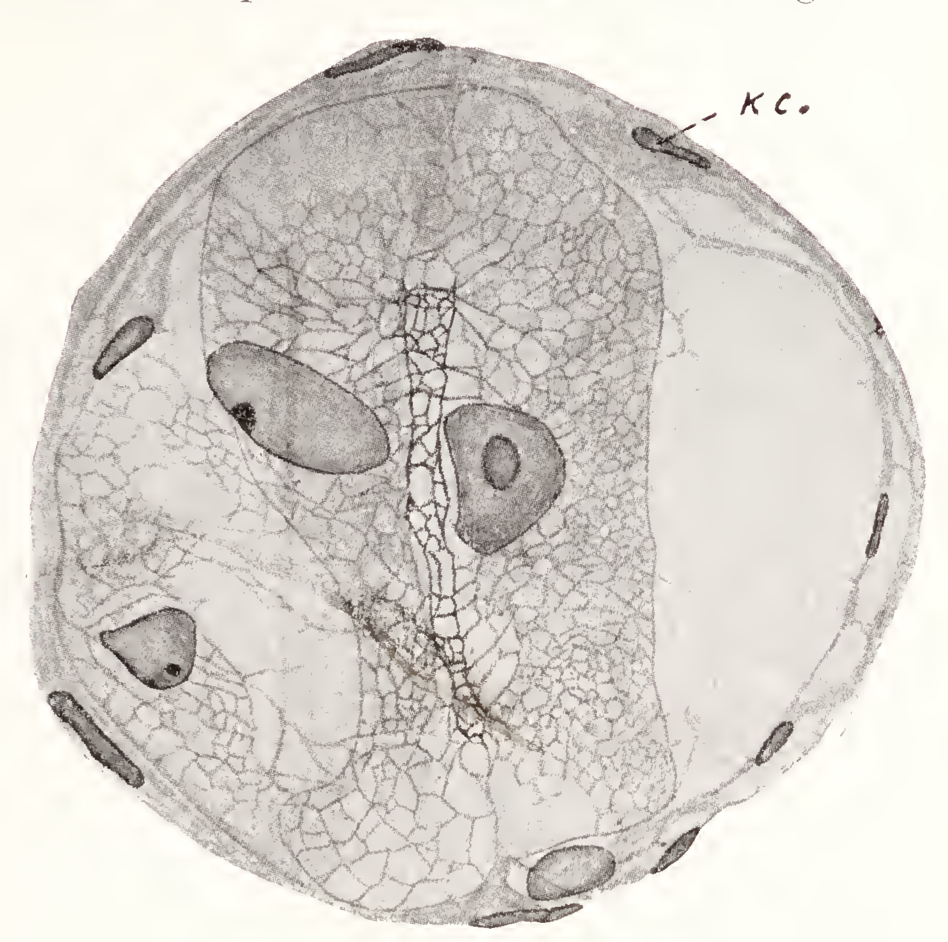


Abb. 6a.

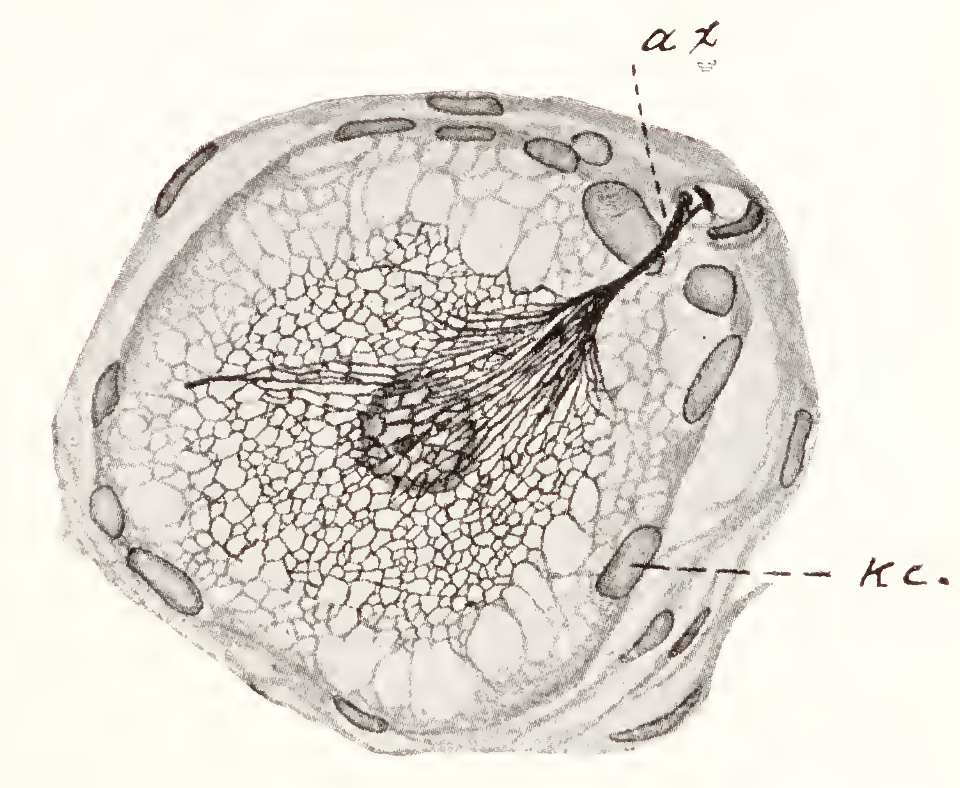


Abb. 6b.

Abb. 6a und 6b.
Gaudry'sches Tastkörperchen mit terminalem Nervenendnetz und periterminalem Netzwerk, nach Boeke und Heringa.

Nervenfasern in der Peripherie ein mehr oder weniger geschlossenes Netz bilden und daß streng von einander abgeschlossene isolierte Endapparate in dem alten Sinne nicht existieren, gibt uns meines Erachtens die einzig mögliche Erklärung für Beobachtungen, die mit der antidromen Nervenleitung zusammenhängen, über die ich bereits früher berichtet habe. (Festschrift für Rossolimo, Moskau 1924.) Durchschneidet man beim Menschen den Cutaneus surae lateralis und reizt das distale Ende mit dem elektrischen Strom, so fühlt die betreffende Person Schmerz in der Gegend des äußeren Knöchels. Durchschneidet man auch noch den Cutaneus surae medialis und wiederholt die Reizung des Cutaneus surae lateralis, so tritt kein Schmerz mehr auf. Das ist nur so zu erklären, daß bei Reizung des distalen Stumpfes des Cutaneus surae lateralis der Reiz antidrom zur Peripherie, das heißt in die Haut in der Umgebung des äußeren Knöchels geleitet wird, sich hier in dem geschlossenen sensiblen Netzwerk ausbreitet und aus diesem letzteren durch den Cutaneus surae medialis, der sich bekanntlich ebenfalls an der Versorgung der Haut in der Gegend des Malleolus externus beteiligt und in die Formation des geschlossenen Nervenendnetzes eintritt, wieder herausgeleitet, dem Zentralnervensystem zugeführt wird, und so zum Schmerz führt. Bemerkenswert ist, daß weder die Durchschneidung des Cutaneus surae lateralis, noch die des Cutaneus surae medialis für sich allein das Schmerzgefühl an der Außenseite des Fußes aufhebt, weil eben beide Nerven in gleichem Maße diese Gegend diffus mit Schmerzfasern versorgen; erst die Durchtrennung beider Nerven erzeugt eine ausgedehnte Analgesie im Gebiete des N. suralis.

Die antidrome Schmerzleitung läßt sich an den meisten sensiblen und gemischten Nerven, aber ebensogut auch an den hinteren Rückenmarkswurzeln nachweisen. Bei Reizung des distalen Stumpfes einer hinteren Rückenmarkswurzel wird der Schmerz in die von der betreffenden Wurzel versorgte kutane Segmentalzone projiziert. Der Schmerz kommt erst dann nicht mehr zustande, wenn auch die benachbarte vorangehende und folgende Radix posterior vorher durchtrennt sind.

Ich möchte das Kapitel über die Schmerzrezeptoren damit beschließen, daß ich feststelle, daß vorläufig die Frage offen bleiben muß, ob es besondere morphologisch differente Endapparate für die Schmerzrezeption, die dem Gesetz der spezifischen Sinnesenergie unterstehen, gibt, oder ob mehr oder weniger alle sensiblen Endapparate, bzw. das gesamte sensible Endnetz mit der Schmerzrezeption betraut sind. Die letztere Möglichkeit schließt natürlich nicht aus, daß die an bestimmten Punkten konzentrierten nervösen Expansionen, einerlei welchen morphologischen Typus sie zeigen, doch dem Gesetz der spezifischen Sinnesenergie unterstehen und tatsächlich Schmerzpunkte darstellen. Sie impliziert nicht ohne weiteres, daß der Schmerz dadurch zustande kommt, daß der ihm

zugrunde liegende qualitativ differente Reiz in dem sensiblen Endnetz und den sich anschließenden afferenten Nervenfasern einen qualitativ differenten Erregungsvorgang auslöst, der von der Psyche als Schmerz registriert wird.

III.

Wir kommen nunmehr zu dem zweiten Gliede des Schmerzsystems, den leitenden Nervenfasern und zentralen Nervenbahnen. An erster Stelle stehen hier die peripheren Nerven. Die elektrische oder mechanische oder chemische Reizung eines peripheren Nerven bzw. des zentralen Stumpfes eines durchschnittenen peripheren Nerven löst furchtbaren Schmerz aus, wenn der Reiz eine gewisse Stärke besitzt: bei schwächeren Reizen treten manchmal nur schmerzähnliche, unangenehme Parästhesien auf. Niemals aber habe ich beobachtet, daß spezifische Empfindungen bei der Reizung eines peripheren Nerven entstehen, abgesehen vom Optikus und N. octavus, bei deren Reizung Lichterscheinungen bzw. Gehörsempfindung wie Donnern und Rauschen und Schwindelgefühl auftreten. Bei allen übrigen peripheren Nerven besteht der psychische Effekt der elektrischen oder mechanischen oder thermischen Reizung, wenn ein solcher überhaupt eintritt, immer nur in Schmerz oder schmerzähnlichen Parästhesien.

Die Irritation der sensiblen Nervenfasern der peripheren Nerven durch krankhafte Noxen der verschiedensten Art ist bekanntlich oft von heftigem Schmerz begleitet. Ich weise aber ausdrücklich darauf hin, daß in dieser Hinsicht sehr beträchtliche individuelle Differenzen bestehen. Ein und dieselbe pathologische Noxe an einem und demselben Nerven geht bei dem einen Individuum mit rasendem, unerträglichem Schmerz einher, während bei einem anderen Individuum fast jeder Schmerz fehlt. Ich erwähne nur die große Verschiedenheit des Spontanschmerzes beim Amputationsneurom, bei der Strangulation eines Nerven durch eine Narbe, bei der traumatischen interstitiellen Narbenbildung und Bindegewebsproliferation, die wir bei den Schußverletzungen der peripheren Nerven so oft beobachtet haben. Ich erinnere ferner an die beträchtlichen individuellen Differenzen, welche wir bei den toxischen oder toxischinfektiösen Neuritiden bezüglich der vorhandenen Spontanschmerzen antreffen. Worauf es beruht, daß manche Neuritiden, wie z. B. die Arsenneuritis so exquisit schmerzhaft sind, andere aber, wie z. B. die diphtherotoxische oft jeden Spontanschmerz vermissen lassen, bleibt vorerst unerklärlich.

Eine auf den peripheren Nerven einwirkende pathologische Noxe kann entweder nur irritativ oder gleichzeitig irritativ und lähmend, d. h. leitungsunterbrechend, oder schließlich nur lähmend wirken. Im ersteren Falle bestehen nur Schmerzen oder andere unangenehme Gefühle wie Jucken, Brennen, Kribbeln usw.

Diese werden in das Ausbreitungsgebiet des betroffenen peripheren Nerven projiziert. Die Perzeption exogener Reize ist in diesem Falle nicht herabgesetzt, die Reizschwelle nicht erhöht. Im Gegenteil finden wir unter solchen Umständen vielfach, daß periphere Schmerzreize in dem Ausbreitungsgebiete des betroffenen Nerven ein abnorm starkes Schmerzgefühl hervorrufen, ja vielfach lösen bereits sehr schwache Reize wie leises Streichen der Haut, Berühren der Haare u. a., ein unangenehmes Gefühl, zum Teil sogar lebhaften Schmerz aus, mit anderen Worten, die Reizschwelle des Schmerzes ist erniedrigt, es besteht echte Hyperalgesie. Der Schmerz zeigt in diesen Fällen, einerlei ob die Reizschwelle nun wirklich erniedrigt ist oder nicht, durchaus den Charakter der Hyperpathie. Diese Hyperpathie bei Irritation eines peripheren Nerven ist in fast allen ihren Einzelheiten die gleiche wie die, welche bei der Nervenregeneration festgestellt werden kann; der Unterschied liegt in den Ursachen ihrer Entstehung. Bei der Nervenregeneration ist die Hyperpathie die Folge des Ausfalles der das Schmerzsystem normaliter hemmenden Empfindungssysteme, bei der pathologischen Irritation eines peripheren Nerven ist sie die Folge einer krankhaften Reizung der afferenten Schmerzfasern selbst. Die Hyperpathie der Haut bei Irritation eines peripheren Nerven ist oft sehr scharf abgegrenzt und umfaßt das gesamte periphere Verbreitungsgebiet des betreffenden Nerven, reicht also so weit als die Schmerzfasern dieses Nerven in der Haut reichen. Das Territorium der Hyperpathie bei der Irritation eines Nerven ist daher viel ausgedehnter als das Gebiet der Analgesie nach Unterbrechung desselben Nerven (vgl. Abb. 7—9).

Wirkt eine und dieselbe Noxe, etwa ein Kontinuitätsneurom oder ein Trennungsneurom auf einen bestimmten Nerven gleichzeitig irritativ und lähmend, so bestehen einerseits Schmerzen, welche in das periphere Ausbreitungsgebiet des betroffenen Nerven projiziert werden, andererseits ist in letzterem die Perzeption peripherer Reize aufgehoben, wenigstens in dem Gebiete, welches ausschließlich von diesem Nerven mit afferenten Fasern versorgt wird. Diese sogenannte Analgesia dolorosa kommt dadurch zustande, daß die Noxe am zentralen Ende des Nerven, dessen Fasern ja ihr trophisches Zentrum im Spinalganglion haben und daher trotz der Totaltrennung des Nervenstammes zentralwärts nicht degenerieren, als Reiz wirksam ist, während infolge der Leitungsunterbrechung periphere Reize nicht zentralwärts geleitet werden können.

Nicht jeder Prozeß, der die Leitung des Nerven aufhebt, wirkt gleichzeitig auf das zentrale Ende irritativ. Die Durchschneidung des Nerven ist zwar im Augenblick der Entstehung sehr schmerzhaft, ebenso eine Alkoholinjektion in den Nervenstamm. Aber es kommt durchaus nicht immer am zentralen Stumpfe zur Ausbildung eines irritativen Prozesses. Dann fehlen die Spontanschmerzen ganz, und es besteht nur Analgesie im Ausbreitungsgebiete des Nerven.

Wir haben bereits im vorangehenden Kapitel darauf aufmerksam gemacht, daß zweierlei Gattungen afferenter Fasern im peripheren Nerven enthalten sind, erstens markhaltige zerebrospinale Nervenfasern, die ihre Ursprungszelle in den Spinalganglien haben, und marklose Remak'sche Fasern, deren Ursprungszellen in den Grenzstrangganglien zu suchen sind (Agduhr). Wir wissen aber bisher nichts Sicheres darüber, ob diese beiden Kategorien von Fasern auch eine verschiedene Dignität besitzen, ob die erstere den Empfindungen im engeren Sinne, die letztere den affektiven Erregungen, insbesondere dem Schmerzgefühl dient.

Die Schmerzfasern der Haut laufen bekanntlich in den sogenannten Nn. cutanei, die sich weiter zentral den gemischten Nervenstämmen und Plexus beimengen. Jeder Nerv versorgt bekanntlich einen bestimmten von der deskriptiven Anatomie präparatorisch festgelegten Hautbezirk mit sensiblen Nervenfasern. Aber bei Leitungsunterbrechung



Abb. 7a.


Abb. 7b.

Abb. 7. Schematische Darstellung der autonomen Zone und der Maximalzone des N. ulnaris. Die gestrichelte, den Kleinfinger und Teile des Kleinfingerballens umfassende Linie stellt die Zone dar, in welcher bei Totaltrennung des Ulnaris Schmerz und alle anderen Sensibilitätsqualitäten der Haut erloschen sind (autonome Zone). Die kontinuierliche Linie stellt die Grenze der taktilen und thermischen Anästhesie dar. Die durch die andere gestrichelte Linie markierte, den größten Teil der Hand umfassende Zone ist die sogenannte Maximalzone des Ulnaris, die Zone, in welcher bei Durchtrennung aller anderen Nerven und alleiniger Integrität des Ulnaris das Schmerzgefühl erhalten bleibt.


Abb. 8a.


Abb. 8b.

Abb. 8. Schematische Darstellung der autonomen Zone und der Maximalzone des N. medianus. Die gestrichelte Linie am zweiten und dritten Finger stellt die Zone dar, in welcher bei Totaltrennung des Medianus alle Sensibilitätsqualitäten der Haut einschließlich des Schmerzgefühls ausfallen (autonome Zone). Die kontinuierliche Linie bildet die Grenze der taktilen und thermischen Anästhesie bei Totaltrennung des Medianus. Die andere gestrichelte Linie bildet die Grenze der Zone, in welcher bei Durchtrennung aller anderen Nerven und alleiniger Integrität des Medianus das Schmerzgefühl erhalten bleibt.

eines bestimmten Nerven bleibt das Areal, welches analgetisch wird, räumlich weit hinter dem gesamten Ausbreitungsbezirk dieses Nerven in der Haut zurück. So verliert bei einer Totaltrennung des Ulnaris in der Regel nur der Kleinfinger und ein anstoßender Teil des Hypothenar seine Schmerzfasern (s. Abb. 7a u. b). Bisweilen ist der analgetische Bezirk noch kleiner, er variiert an Ausdehnung von Fall zu Fall beträchtlich, während die taktile Anästhesie und Thermanästhesie eine

größere Extensität zeigen, deren Grenzen, von geringen Abweichungen abgesehen, konstant sind und durch die Halbierungslinie des vierten Fingers und deren rückwärtige Verlängerung gebildet werden. Bei der Totaltrennung des Medianus bleibt die Zone der Analgesie auch mehr oder weniger weit hinter der taktilen Anästhesie und Thermanästhesie zurück, bisweilen nimmt sie nur die Mittel- und Endphalange des Index und Medius ein (Abb. 7a u. b). Bei der Radialisunterbrechung fehlt gar nicht selten jede Spur von Analgesie, in anderen Fällen zeigt die analgetische Zone eine beträchtliche Ausdehnung, also auch hier stoßen wir, wie fast bei jeder anderen Nervenunterbrechung, auf die allergrößten individuellen Differenzen bezüglich der Extensität des Schmerzverlustes. In denjenigen Hautbezirken, in welchen bei der Unterbrechung eines peripheren Nerven die Berührungsempfindung erloschen, das Schmerzgefühl aber erhalten ist, zeigt letzteres von vornherein denselben hyperpathischen Charakter,



Abb. 9a.





Abb. 9b.

Schematische Darstellung der autonomen Zone und der Maximalzone des N. radialis. Bei isolierter Unterbrechung des Radialis ist das Schmerzgefühl häufig garnicht betroffen; die Ausbreitung der taktilen und thermisch. Anästhesie wechselt von Fall zu Fall; die kontinuierliche Linie stellt die in vielen Fällen feststellbare Grenze derselben dar. Die gestrichelte Linie zeigt die Grenzen an, innerhalb deren bei Unterbrechung aller anderen Nerven und alleiniger Integrität des Radialis das Schmerzgefühl erhalten ist.

wie er bei der Nervenregeneration beobachtet wird, und wie er weiter oben S. 14 beschrieben worden ist. Die Tatsache, daß bei Unterbrechung eines bestimmten Nerven die Zone der Analgesie räumlich weit hinter dem Ausbreitungsgebiete der sensiblen Hautäste dieses Nerven und hinter den Grenzen der taktilen Anästhesie und Thermanästhesie zurückbleibt, ist dadurch zu erklären, daß die Nachbarnerven in das Hautgebiet des durchtrennten Nerven zahlreiche Schmerzfasern entsenden, teils durch Anastomosen zwischen den Nervenstämmen, teils auf dem Wege selbständiger Endausbreitungen der Nachbarnerven. Das Schmerzleitungssystem der Haut ist also sehr breit angelegt, wobei sich die Ausbreitungsgebiete der einzelnen peripheren Nerven weitgehend überlagern. Wie groß der Bereich der Schmerzfasern eines bestimmten Nerven ist, ersieht man am klarsten dann, wenn alle anderen Nerven des betreffenden Gliedes durchtrennt sind und nur der eine Nerv erhalten ist. In den Abb. 7, 8 u. 9 ist die Zone des erhaltenen Schmerzgefühls bei alleiniger Integrität des

Ulnaris (Totaltrennung des Radialis, Medianus, Cutaneus antibrachii medialis, Cutaneus antibrachii lateralis) bzw. des Medianus (Totaltrennung des Ulnaris, Cutaneus antibrachii medialis, Cutaneus antibrachii lateralis, Radialis) und des Radialis (Totaltrennung des Medianus, Ulnaris, Cutaneus antibrachii medialis, Musculocutaneus, Axillaris, Cutaneus humeri internus, Intercostohumeralis, und N. supraclavicularis) durch besondere Markierung angezeigt. Die Tatsache, daß bei der Totaltrennung eines bestimmten Nerven in bestimmten Bezirken die übrigen Sensibilitätsqualitäten verloren gehen und nur das Schmerzgefühl erhalten bleibt, lehrt auf das Bestimmteste, daß es tatsächlich besondere Schmerzfasern gibt. Es wäre eine lohnende Aufgabe, festzustellen, ob diese Schmerzfasern sympathischer Natur sind, ob also z. B. bei einer Totaltrennung des Ulnaris, bei der das Schmerzgefühl in der ulnaren Hälfte des vierten Fingers erhalten ist, die übrigen Sensibilitätsqualitäten aber erloschen sind, der entsprechende N. dig. volaris proprius nur noch sympathische marklose Fasern enthält.

Die besondere Stellung des Schmerzleitungssystems geht auch aus den Erfahrungen, die wir bei der Nervenregeneration machen, klar hervor. Nach gut gelungener Nervennaht stellt sich nämlich, wie schon oben erwähnt, in den vorher total deafferentierten Hautbezirken das Schmerzgefühl oft schon nach wenigen Monaten (2—4) wieder her, während die übrigen sensiblen Qualitäten, deren Ausfall ja von vornherein eine beträchtlich größere Extensität zeigt, meist erst nach viel längerer Zeit, oft erst nach Jahren, und auch dann nur unvollkommen, manchmal überhaupt gar nicht wiederkehren. Die Schmerzfasern besitzen also eine viel bessere Regenerationsfähigkeit als alle anderen sensiblen Fasern. Sie zeigen aber auch eine viel größere Resistenz krankhaften Noxen gegenüber als die der Berührungs- und Temperaturempfindung dienenden Fasern. Bei geringfügigen Schädigungen eines Nervenstammes leiden die Schmerzfasern oft gar nicht, während die Fasern der übrigen Qualitäten ihre Leitfähigkeit vollkommen verlieren. Daher besteht bei einer Druckschädigung des Ulnaris oder Medianus nicht selten völlige Integrität des Schmerzgefühls bei totalem Verlust der Berührungs- und Temperaturempfindung in dem Ausbreitungsgebiete des betreffenden Nerven. Wenn wir zu therapeutischen Zwecken eine Leitungsunterbrechung eines Nerven z. B. mittels intraneuraler Novocain- oder Alkoholinfiltration oder mittels Chloräthylvereisung vornehmen, kann man feststellen, daß von allen in dem Nervenstamm enthaltenen Fasergattungen die Schmerzfasern am schwersten erliegen. Reizt man in einem solchen Stadium, in dem die Blockade fast eine vollständige ist, den freiliegenden Nervenstamm oberhalb der Stelle der Blockade mittels des faradischen Stromes, so tritt kein mo-

torischer Effekt mehr ein, ein Beweis, daß die motorischen Nervenfasern ihre Leitfähigkeit verloren haben. Berührungen und thermische Reize stärkster Intensität im peripheren Ausbreitungsgebiete des Nerven werden nicht mehr empfunden, wohl aber setzen sich periphere Schmerzreize noch durch und die elektrische Reizung des Nervenstammes unterhalb der Stelle der Leitungsunterbrechung löst oft noch heftigsten Schmerz aus. Erst wenn auch dieser elektrische Reiz völlig wirkungslos ist, können wir die Blockade als total betrachten, ein Punkt, der für therapeutische Gesichtspunkte von größter Wichtigkeit ist.

Um zu beurteilen, ob die Blockade eine vollkommene ist, muß die antidrome Leitung in Rücksicht gezogen werden. Der faradische Reiz unterhalb der Stelle der Blockade kann infolge der antidromen Leitung selbst bei völliger Leitungsunterbrechung zum Cerebrum durchdringen. Will man ein sicheres Urteil über die Zuverlässigkeit der Leitungsunterbrechung erlangen, muß man die antidrome Leitung durch eine zweite distalere Blockade ausschalten und den faradischen Reiz zwischen den beiden Infiltrationsstellen applizieren. Die antidrome Leitung ist sehr leicht zu unterbrechen, meist genügt einfaches Quetschen des Nerven, leichte Vereisung, sicher einfache Novocaininfiltration.

Die Schmerzfasern der tiefen Teile, speziell die der Muskeln, der Sehnen, zum großen Teil auch die des Periostes und der Gelenke verlaufen nicht in den Nn. cutanei, sondern zum größten Teile in den sogenannten motorischen Nervenästen, die sich den gemischten Nervenstämmen beimengen, bzw. in den sogenannten motorischen Nervenstämmen selbst. Reizt man das zentrale Ende eines durchschnittenen motorischen Nervenastes, etwa des Astes des Pronator teres oder des Biceps femoris, oder den zentralen Stumpf eines durchschnittenen N. accessorius oder N. thoracodorsalis oder N. subscapularis oder N. facialis am Foramen stylo-mastoideum, oder des Hypoglossusstammes, so tritt sofort lebhaftes Schmerzgefühl auf. Es gibt keine rein motorischen Nerven und Nervenäste, sie sind alle gemischt und führen neben den motorischen Nervenfasern afferente Fasern der Tiefenempfindungen und des Tiefenschmerzes. Sherrington hat bekanntlich zuerst in den Augenmuskelnerven die Anwesenheit afferenter proprioceptiver Nervenfasern nachgewiesen.

An der sensiblen Versorgung des Periostes und der Gelenke und zum Teil auch der Muskeln sind aber zum Teil auch die Nn. cutanei beteiligt, so an der Versorgung des unteren Endes der Ulna der Ramus dorsalis des Ulnaris, an der des Periostes des Malleolus externus der N. suralis, an der Versorgung der Fingergelenke die Rami digitales des Medianus, Ulnaris und Radialis.

Die Angabe W. Lehmann's, daß die Lage- und Bewegungsempfindungen abhängig von der Intaktheit der Gelenknerven seien, und daß diese für die Zehen- und Fingergelenke mit den Hautnerven ziehen, ist in dieser Fassung

nicht richtig. Bei Ausschaltung der Hautnerven eines Fingers werden die Lage- und Bewegungsempfindung desselben nur sehr wenig geschädigt. Die Receptoren für die Lage- und Bewegungsempfindungen liegen überhaupt nicht in den Gelenken (Strümpell, Head, O. Foerster), sondern zum allergrößten Teil in den Muskeln und Sehnen.

Der Ramus superficialis des Radialis versorgt zum Teil die Daumenballenmuskulatur mit sensiblen Nervenfasern. An der Versorgung des Periostes und der Gelenke beteiligen sich schließlich auch noch besondere Rami articulares bzw. Rami periostales: ein besonderer Ramus articularis des N. ischiadicus tritt zum Kniegelenk, die Nn. interossei manus versorgen das Periost der Metacarpalia, der N. interosseus dorsalis N. radialis und der N. interosseus volaris N. mediani versorgen das Periost des Radius und der Ulna. Das Innere der großen Röhrenknochen nimmt besondere Rami diaphysarii in sich auf. Also so einheitlich wie das System der Hautsensibilität ist das der Tiefensensibilität nicht.

Für das Schmerzsystem der tiefen Teile gilt dasselbe wie für das cutane Schmerzsystem: bei Unterbrechung eines bestimmten Nerven fehlt der Tiefenschmerz meist nur in einem relativ sehr eng begrenzten Bezirke, der weit kleiner ist als es der Ausbreitung des betreffenden Nerven in den Tiefensubstraten entspricht. Das kann man u. a. sehr gut am Periost feststellen. Bei Totaltrennung des Ulnaris fand ich nur das Periost des Kleinfingers analgetisch, das des vierten Fingers in seiner ulnaren Hälfte sogar deutlich hyperpathisch, bei Medianusunterbrechung beschränkt sich die periostale Analgesie manchmal nur auf die End- und Mittelphalange des zweiten und dritten Fingers. Jedenfalls findet im Gebiete der Tiefensensibilität eine mindestens ebenso breite Überlagerung der Ausbreitungsgebiete der einzelnen peripheren Nervenstämme statt wie innerhalb der Haut. Bei der Nervenregeneration stellt sich der Tiefenschmerz von allen sensiblen Qualitäten zuerst, und zwar noch vor dem kutanen Schmerzgefühl wieder her und zeigt einen ausgesprochen hyperpathischen Charakter. Das können wir fast bei jeder Ischiadikusnaht an der Fußsohle beobachten. Nach einem Stadium völliger Analgesie erlangen zuerst die tiefen Sohlenpartien ihr Schmerzgefühl wieder, die Haut der Fußsohle bleibt zunächst noch völlig analgetisch. Die Schmerzhaftigkeit der tiefen Sohlenpartien kann in diesem Stadium der Regeneration so groß sein, daß die Kranken nicht mit dem Fuß auf den Boden auftreten können, sie sind tatsächlich jetzt schlechter daran als zu Beginn, da noch eine völlige Leitungsunterbrechung des Hüftnerven bestand. Mit der späteren Wiederkehr der Tiefenempfindungen und vor allem der cutanen Empfindungen tritt die abnorme Schmerzempfindlichkeit der tiefen Teile mehr und mehr zurück.

Diese soeben an einem charakteristischen Beispiel dargelegten Beziehungen zwischen dem Tiefenschmerzsystem und dem System der cutanen Empfindungen scheinen allgemeine Gültigkeit zu besitzen. Ich habe schon 1917 im Anschluß an eine Beobachtung, die Head an sich selbst gemacht hatte, darauf hingewiesen, daß, wenn ein reiner Hautnerv durchtrennt ist, die unter dem anästhetischen Hautbezirk gelegenen Tiefenteile eine abnorme Schmerzhaftigkeit aufweisen, derart, daß schon einfaches Drücken, noch mehr aber ein kräftiger Strich, der mit einem halbspitzen Gegenstand über die anästhetische Haut geführt wird, einen abnorm heftigen Tiefenschmerz erzeugt, der die ausgesprochenen Zeichen der Hyperpathie aufweist. Die Reizschwelle des Tiefenschmerzes ist dabei manchmal beträchtlich erniedrigt. Ich habe mich von dieser gesteigerten Schmerzempfindlichkeit der tiefen Teile bei Unterbrechung eines reinen Hautnerven des öfteren auch bei Operationen an den operativ exponierten Tiefenteilen direkt überzeugen können. Die Systeme der Oberflächen- und der Tiefensensibilität stehen also in einem bestimmten gegenseitigen Abhängigkeitsverhältnis, derart daß normaliter das System der cutanen Empfindung auf das des Tiefenschmerzes, in bezug auf dessen Auslösbarkeit und dessen Intensität einen moderierenden Einfluß ausübt.

Die sensiblen Nervenfasern der Gefäße sind in deren periarteriellen sympathischen Flechtwerk enthalten. Nach der gegenwärtig fast allgemein akzeptierten Auffassung, die hauptsächlich auf die anatomischen Untersuchungen Lucae's, Kramer's und Todd's und Pott's zurückgeht und der sich besonders Odermatt, Dennig, Wiedhopf, Schilff und W. Lehmann angeschlossen haben, sollen afferente Nervenfasern abschnittweise von den großen Nervenstämmen an die Gefäße herantreten. Eine geschlossene kontinuierliche Bahn für den Gefäßschmerz, die unter Umgehung der cerebrospinalen peripheren Nervenstämme durch das sympathische Geflecht der Subclavia, Anonyma, Carotis sinistra und Aorta in den sympathischen Grenzstrang direkt übertritt, wird fast von allen Autoren abgelehnt. Und doch möchte ich das Bestehen einer solchen geschlossenen langen Gefäßbahn für den Menschen als höchst wahrscheinlich ansehen. Ich habe einen Fall von Leitungsunterbrechung der drei unteren Wurzeln des Plexus brachialis (C_7, C_8, D_1), die distal von dem Eintritt der Rami communicantes in die Spinalnerven gelegen war, beobachtet. In diesem Falle bestand völliger Verlust der Hautsensibilität für alle Qualitäten am 3. bis 5. Finger, an der entsprechenden ulnaren Hälfte der Hand und des Vorderarmes. Der Tiefenschmerz war am 5., 4. und 3. Finger und am ulnaren Teil der Hand erhalten, Kneifen mit einer Höpfnerklemme löste

ein sehr heftiges Schmerzgefühl aus. Ich habe in diesem Falle am Kleinfinger den einen N. digit. volaris proprius freigelegt und mit dem stärksten faradischen Strome gereizt, ohne daß das geringste Schmerzgefühl auftrat. Dann habe ich die entsprechende Arteria digitalis frei präpariert und elektrisch gereizt, wobei ein heftiger stechender Schmerz entstand. Daraus geht zunächst hervor, daß hier für die Rezeption des Tiefenschmerzes und die Fortleitung desselben die sensiblen Gefäßnerven in Betracht kommen. Es fällt nun schwer anzunehmen, daß die Reizleitung von dem Gefäß aus zum Rückenmark durch Nervenfasern erfolgt sein soll, welche weiter oberhalb von der Arteria ulnaris bzw. brachialis abgehen und durch den 5. und 6. Zervikalnerven medullarwärts ziehen. Ganz ausgeschlossen ist dies ja nicht, aber weit näher liegt es anzunehmen, daß für die Schmerzleitung eine geschlossene Leitungsbahn in Betracht kommt, die entlang des Gefäßbaumes der oberen Extremität bis zur Subclavia gelangt und durch die Verbindungszweige des Plexus subclavius mit dem Grenzstrang des Sympathicus direkt in diesen führt. In einem Falle von Totaltrennung des gesamten Armplexus einschließlich der aus C_{IV} stammenden Wurzel und des Intercostohumeralis fand ich ebenfalls den tiefen Druckschmerz nicht völlig erloschen. Das Kneifen der einzelnen Finger mit einer Höpfnerklemme löste deutlichen dumpfen bohrenden Schmerz aus. Die Läsion lag distal von der Eintrittsstelle der Rami communicantes in die Spinalnerven. Ich habe allerdings in diesem Falle nicht direkt nachweisen können, daß die erhaltene Tiefensensibilität und der erhaltene Tiefenschmerz durch Gefäßbahnen vermittelt wurde, aber es bleibt angesichts der bioptisch erwiesenen Totaltrennung aller Plexuswurzeln m. E. gar keine andere Erklärungsmöglichkeit übrig. Ich möchte nun aber nicht mißverstanden werden. Ich bin durchaus nicht der Meinung, daß der Gefäßschmerz normaliter nur auf solch langen kontinuierlichen periarteriellen Bahnen unter Umgehung der peripheren cerebrospinalen Nervenstämme direkt in den Grenzstrang geleitet wird. An der Existenz afferenter Gefäßnerven, die fortwährend abschnittweise von den großen Nervenstämmen der Extremitäten an die Gefäße herantreten, kann nicht gezweifelt werden. Aber außer diesen die Nervenstämme passierenden Hauptbahnen kommt meines Erachtens noch eine lange kontinuierliche direkte Gefäß-Grenzstrangbahn als eine Hilfs- oder Nebenbahn für den Gefäßschmerz in Betracht. Der Tiefenschmerz wird, das lehrt die erste der angeführten Beobachtungen, bestimmt wenigstens zum Teil durch die periarteriellen Nervengeflechte vermittelt.

Wir wenden uns jetzt zu den Schmerzbahnen der großen Körperhöhlen und der inneren Organe.

Das Peritoneum parietale wird in erster Linie durch die Intercostalnerven sensibel versorgt. Nach C. Hasse ist der Phrenicus der sensible Nerv des Peritoneum parietale, an der Versorgung des peritonealen Überzuges des kleinen Beckens und der Rückwand des Peritoneum soll nach demselben Autor auch der Sympathicus beteiligt sein. Es ist nicht ersichtlich, worauf C. Hasse diese Angaben stützt, bezüglich des Phrenicus beziehen sich dieselben nicht etwa nur auf das Peritoneum subdiaphragmaticum, sondern auf das gesamte Peritoneum parietale. Vom klinischen Standpunkte aus läßt sich nur so viel sagen, daß vieles dafür spricht, daß der Phrenicus nicht nur für das Zwerchfell selbst der sensible Nerv ist, sondern daß er auch an der sensiblen Versorgung des Peritoneum subdiaphragmaticum beteiligt ist. Ich erinnere nur an die bei subphrenischen Prozessen so häufig beobachteten Schmerzen in der Schulter, und die Hyperalgesie (Hyperpathie) im Bereiche des dritten bis fünften Cervicaldermatoms (s. S. 92), sowie an die Häufigkeit des Singultus bei derartigen subphrenischen Prozessen; offenbar werden durch letztere im Peritoneum subdiaphragmaticum gelegene sensible Phrenicusendigungen gereizt und der Reiz überträgt sich reflektorisch auf die motorischen Phrenicuselemente (sogenannter Nerveigenreflex). Die afferenten Fasern und damit auch die Schmerzfasern des Peritoneum viscerale sowie die des Magens, Darms, Pankreas, der Milz, der Leber, der Gallenblase, verlaufen in erster Linie durch die Splanchnici. Und zwar wird im allgemeinen angenommen, daß die sensiblen Fasern des Magens, Dünndarms, Coecums, Colon ascendens, des Pancreas, der Milz, der Leber und Gallenblase, im wesentlichen durch den Splanchnicus major, die des Colon descendens und der Flexura sigmoidea durch den Splanchnicus minor passieren. Die Verhältnisse liegen aber infolge der geflechtartigen Anordnung des sympathischen Systems in Wahrheit viel verwickelter als gemeinhin angenommen wird. Die beiden Splanchnici, von denen der Splanchnicus major aus dem 6.—9., der Splanchnicus minor aus dem 10. und 11. Thoracalganglion des Grenzstranges entspringt, gehen nach ihrem Durchtritt durch das Zwerchfell in den sogenannten Plexus coeliacus, in den das Ganglion semilunare und das Ganglion mesentericum superius eingeschaltet sind, über. Der Plexus coeliacus erhält aber außerdem noch mehrere Zweige aus den letzten Brust- und obersten zwei bis drei Lendenganglien des Grenzstranges und von oben her setzt sich der Plexus aorticus thoracalis direkt in ihn fort. Außerdem treten die Endverzweigungen des Vagus in ihn ein. Aus dem Plexus coeliacus entspringen nun die Geflechte, welche mit den Arterienstämmen zu den einzelnen Organen der Bauchhöhle hinziehen, so der Plexus gastricus superior mit der

Art. gastrica sinistra hauptsächlich zur kleinen Kurvatur des Magens, der Plexus hepaticus mit der Arteria hepatica zum Ductus choledochus, hepaticus und cysticus, zur Leber und zur Gallenblase, aber auch als Plexus gastricus inferior zum Magen, Pancreas und Duodenum, der Plexus lienalis mit der Arteria lienalis zur Milz, zum Magen und Pancreas, der Plexus mesentericus superior mit der Arteria mesenterica superior zum Pancreas, Duodenum, Jejunum, Ileum, Coecum, Colon ascendens und einem Teil des Colon transversum. Der Plexus coeliacus setzt sich nun seinerseits nach abwärts in den Plexus aorticus abdominalis fort, der seinerseits mehrere Wurzeln aus dem zwölften Thoracal- und dem oberen Lumbalganglion des Grenzstranges erhält. Aus diesem Plexus aorticus abdominalis geht der mit der Art. mesenterica inferior, Art. colica sinistra und Art. haemorrhoid. superior verlaufende Plexus mesentericus inferior hervor, in den das Ganglion mesentericum inferius eingeschaltet ist, und der das Colon descendens, die Flexura sigmoidea und den oberen Teil des Rectums versorgt. Die Nerven des letzteren laufen unter der Bezeichnung Nn. haemorrhoidales superiores. Der Plexus aorticus abdominalis setzt sich nach unten zu in den unpaaren Plexus hypogastricus superior fort, aus dem die beiden Nn. hypogastrici (seu Plexus hypogastricus inferior) hervorgehen. Die Nn. hypogastr. erhalten aus den oberen drei Lendenknoten des Grenzstranges Verstärkungen. Aus den Nn. hypogastr. entspringt unter anderem der Plexus haemorrhoid. medius, der das Rectum versorgt. Außer dieser sympathischen Versorgung sind aber an der sensiblen Versorgung des Rectums auch noch die über das Sacralmark ins Rückenmark eintretenden parasympathischen Nn. pelvici beteiligt. Die Haut der Analöffnung wird vom Nn. haemorrhoid. inferior und Nn. perinei des Nn. pudendus com. versorgt. Aus dieser Darstellung geht hervor, daß die afferenten Bahnen der Abdominalorgane nicht nur durch die Splanchnici in den Grenzstrang und von diesem ins Rückenmark gelangen, sondern daß aus den sympathischen Geflechten, welche die Bauchorgane versorgen, auch Fasern zu dem letzten Thoracalganglion und den obersten drei Lendenganglien des Grenzstranges ziehen. Das Einstrahlungsgebiet der afferenten sympathischen Fasern der Abdominalorgane ins Rückenmark umfaßt die Rami communicantes von D_6—L_3 einschließlich. An der sensiblen Versorgung des Rectums sind aber auch die Pelvici beteiligt, welche die Medulla durch die unteren Sacralnerven (S_2—S_4) erreichen.

Daß die Splanchnici sensible Fasern, und zwar Schmerzfasern für die Abdominalorgane führen, geht einmal daraus hervor, daß die elektrische Reizung des zentralen Stumpfes des durch-

schnittenen Splanchnicus Schmerz verursacht: diese elektrische Reizung des Splanchnicus gehört mit zu den schmerzhaftesten Eingriffen, die ich beim Menschen kennen gelernt habe. Über die Lokalisation des dabei auftretenden Schmerzes wird später berichtet werden. Splanchnicusanästhesie oder Anästhesie des Plexus coeliacus und Plexus mesentericus infer. soll nach Leriche und Kappis das gesamte viscerale Peritoneum, Magen, Duodenum, Leber und Gallenblase völlig schmerzunempfindlich machen. Aus dem Erfolg der Leitungsunterbrechung des Plexus coeliacus und Plexus mesenter. infer. darf aber nicht der Schluß gezogen werden, daß die Schmerzleitung nur auf den sympathischen Bahnen vor sich geht, denn in diesen Geflechten sind auch die Endverzweigungen des N. vagus enthalten, die naturgemäß bei der Novocaininfiltration mit ausgeschaltet werden. Kappis betont neuerdings, daß auch der Effekt der Splanchnicusanästhesie nicht als ein strikter Beweis dafür angesehen werden kann, daß der Splanchnicus der alleinige Schmerznerv des visceralen Peritoneums, des Magens, der Leber usw. sei, da auch bei ihr die in die retroperitonealen Nervengeflechte eintretenden Vagusäste mit getroffen werden; beweisend sei nur die analgesierende Wirkung der paravertebralen Novocaininfiltration der Rami communicantes des Grenzstranges im Bereiche der Brustwirbelsäule. Wir werden später eingehend erörtern, durch welche Rami communicantes jeweils die afferenten sympathischen Fasern der einzelnen Organe der Leibeshöhle passieren. In Betracht kommen, wie schon oben bemerkt, die Rami communicantes von D_6—L_3. Es ist aber nicht ausgeschlossen, daß das Einstrahlungsgebiet der afferenten sympathischen Bahnen der Bauchhöhle in das Rückenmark ein noch breiteres ist. Innerhalb des Peritoneum viscerale verlaufen die an die einzelnen Organe herantretenden sensiblen Nervenfasern in erster Linie zusammen mit den Gefäßen, weshalb, wie schon oben bemerkt, manche Autoren den Visceralschmerz geradezu als Gefäßschmerz bezeichnen (Lehmann, Breslauer). Es ist wahrscheinlich, daß ein Teil der den inneren Organen entstammenden sensiblen Fasern nicht in die Splanchnici oder die Ursprungsäste der Bauchgeflechte, welche aus D_{12}, L_1—L_3 stammen, eintritt, sondern mit den Mesenterialgefäßen in den Plexus aorticus eintritt, der die Aorta bis zu ihrem Ursprung umspinnt und durch zahlreiche feine Fäden mit dem gesamten Grenzstrang bis C_8 aufwärts in Verbindung steht. Es können auf diese Weise möglicherweise afferente sympathische Fasern das Rückenmark auf dem Wege der Rami communicantes von C_8—L_3 erreichen. Diese Leitung würde das Analogon der in den Extremitäten mit den Gefäßen verlaufenden geschlossenen afferenten Bahnen darstellen, die, unter Umgehung der Spinalnerven der Extremitäten, durch den Plexus sub-

clavicus bzw. den Plexus iliacus et aorticus den Grenzstrang direkt erreichen.

Viele Autoren, in erster Linie Koellicker und Langley, nehmen an, daß die in den Nn. splanchnici verlaufenden Schmerzfasern weiße markhaltige Fasern seien, die ihr trophisches Zentrum in den thoracalen Spinalganglienzellen haben und deren peripherer Fortsatz ohne Unterbrechung bis zu den inneren Organen hinziehen soll. Langley rechnet diese afferenten Fasern überhaupt nicht zum sympathischen System, das nach ihm nur aus efferenten Fasern bestehen soll. Cajal und A. Rossi haben die Existenz von Ganglienzellen innerhalb der Spinalganglien nachgewiesen, welche einen peripheren Fortsatz durch die Rami communicantes albi in den Grenzstrang des Sympathicus entsenden. Die andere Möglichkeit ist die, daß innerhalb der Splanchnici marklose Remak'sche Fasern der Schmerzleitung dienen. Offen steht noch vollkommen, ob diese marklosen afferenten Fasern ihr trophisches Zentrum im Ganglion solare, Ganglion mesentericum inferius bzw. anderen peripheren sympathischen Ganglienknoten der Bauchhöhle haben oder dasselbe erst in den entsprechenden Grenzstrangganglien finden (s. S. 72). In der Behauptung Brüning's, daß bei Erkrankungen der Organe der Bauchhöhle der Organschmerz (soweit er ein Kontraktionsschmerz ist) stets im Ganglion solare bzw. im Ganglion mesent. inf. lokalisiert werden soll, vermag ich keinen Beweis dafür zu erblicken, daß diese Ganglien das trophische Zentrum der Schmerzfasern der Organe der Leibeshöhle darstellen. Kappis, welcher die Brüning'sche Auffassung ausführlich bespricht, ist der Meinung, daß diese Lokalisation des Schmerzes in das Ganglion coeliacum bzw. mesent. inf. dadurch zu erklären sei, daß in diesen Ganglien die Splanchnikusfasern eine Unterbrechung erfahren, und daß hier der ihnen von der Peripherie durch sympathische Fasern zugeleitete Reiz auf cerebrospinale Fasern übergehe. Abgesehen davon, daß diese Annahme für die afferenten Bahnen der Leibeshöhle durch nichts bewiesen ist, widerspricht dieselbe allem, was wir sonst über die Lokalisation des Schmerzes wissen. Niemals wird der Schmerz in eine der Stationen des sensiblen Leitungssystems verlegt. Würden wir die Brüning-Kappis'sche Auffassung auf die Schmerzleitung der Extremitäten übertragen, so müßte der Schmerz z. B. bei einer Erkrankung des 5. Fingers in die Hinterhörner des 8. Cervicalsegments verlegt werden, weil hier die Schmerzfasern ihre erste Unterbrechung erfahren. Davon ist aber keine Rede. Mag die von Brüning festgestellte Lokalisation des Darmschmerzes tatsächlich zu Recht bestehen oder nicht — für viele Fälle

trifft sie sicher nicht zu, was auch Kappis selbst hervorhebt —, so kann dies keinesfalls dadurch erklärt werden, daß das Ganglion coeliacum selbst vom Organismus als schmerzend gefühlt wird.

Die Frage der Lokalisation des Schmerzes bei Erkrankungen der inneren Organe wird uns später noch eingehend beschäftigen. Wir werden sehen, daß dieses Problem viel komplizierter ist, als es auf Grund der Brüning'schen Darlegungen erscheint.

Dem Vagus wird die Rolle eines schmerzleitenden Nerven für die Abdominalorgane von den meisten Autoren abgestritten. Oberhalb des 6. Thoracalsegmentes sollen nach Lehmann keine sensiblen Fasern der Bauchhöhle mehr in das Centralnervensystem einmünden. Es wird vielfach auf die Beobachtung Kocher's hingewiesen, daß bei Durchtrennung des Rückenmarkes im oberen Brustmark eine eitrige Bauchfellentzündung völlig schmerzlos verläuft. Die Kriegserfahrungen haben uns gelehrt, daß bei schweren Bauchschüssen mit Darmzerreißung und schwerster Peritonitis, bei denen gleichzeitig das Rückenmark oberhalb des 6. Thoracalsegmentes durchtrennt wurde, Bauchschmerzen völlig fehlen. Und doch dürfen wir dem Vagus nicht die Rolle eines afferenten Nerven der Abdominalorgane abstreiten. Erst neuerdings hat Kappis angegeben, daß in gewissen Fällen auch der Vagus als schmerzleitender Nerv für den Magen in Betracht kommt, er konnte durch mechanische Reizung des Halsteiles oder des Brustteiles des Vagus mehrmals Schmerzgefühl auslösen, das in den Magen verlegt wurde. Auch Shawe hält den Vagus für einen sensiblen Magennerven. Für die Beteiligung des Vagus an der sensiblen Versorgung des Magens, der Leber, der Gallenblase und des Darms sprechen meines Erachtens in erster Linie die bei Erkrankungen dieser Organe auftretenden hyperalgetischen Zonen am Kopfe, auf die besonders Head hingewiesen hat und die er mit der sensiblen Versorgung dieser Organe durch den Vagus in Beziehung setzt. Vor allem scheint mir aber durch die tierexperimentellen Studien Klee's der Nachweis geführt zu sein, daß der Vagus afferente Fasern führt, deren Reizung reflektorisch zum Brechakt führt. Sie werden uns später bei Besprechung der gastrischen Krisen noch eingehend beschäftigen. Ich selbst habe schon 1908 darauf hingewiesen, daß der Vagus an der sensiblen Versorgung der Abdominalorgane Anteil hat. Nur dient er nach meiner Ansicht (wenigstens nicht nachweislich) nicht der Schmerzleitung, sondern der Leitung des mehr spezifischen Übelkeitsgefühles, der Nausea. Bei elektrischer Reizung des zentralen Stumpfes des durchschnittenen Vagus oberhalb der Cardia tritt deutliche Nausea, aber kein eigentlicher Schmerz auf. Mechanische Reizung der intrakraniellen Vaguswurzel löst sofort heftiges Übelkeitsgefühl mit Erbrechen aus, aber

Schmerz habe ich auch dabei nie äußern hören: die elektrische Reizung der Vaguswurzel verläuft unter so stürmischen und bedrohlichen Erscheinungen, daß sie am Menschen nicht ausführbar ist. Bei Totaltrennung des Rückenmarkes in der Höhe des 5., 6. und 7. Cervicalsegmentes, bei der die Leitung aller durch den Sympathicus ins Mark eintretenden afferenten Bahnen völlig unterbrochen ist, habe ich wiederholt festgestelt, daß starker Druck ins Abdomen noch eine deutliche gastrische Sensation, meist in Form von leichter Nausea, aber keinen Schmerz hervorruft. In solchen Fällen von Totaltrennung des Markes im unteren Halsmark sah ich wiederholt gastrointestinale Störungen mit starkem Übelkeitsgefühl, aber niemals mit Schmerzen einhergehen und auch der Brechakt erfolgte in diesen Fällen stets völlig schmerzlos. Es ist nun allerdings nicht ausgeschlossen, daß in diesen Fällen von Totaltrennung des Markes an dem Zustandekommen der gastrointestinalen Empfindungen außer dem Vagus auch der Phrenicus mit im Spiele ist. Letzterer ist an der sensiblen Versorgung der Abdominalorgane offenbar auch beteiligt. Nach den Untersuchungen Ramström's tritt ein Ast des Phrenicus, der Ram. phrenico-abdominalis, mit sympathischen Ästen aus dem Plexus coeliacus in Verbindung, mit denen er den Plexus phrenicus bildet: rechterseits entspricht dieser Verbindung ein besonderer Ganglienknoten, das Ganglion phrenicum. Schon seit langem ist es bekannt, daß bei Leberleiden und bei Erkrankungen der Gallenwege häufig Schmerzen in der Schulter und den seitlichen und rückwärtigen Partien des Halses auftreten. Darauf haben schon vor langer Zeit besonders Naunyn, Langenbuch und Quincke hingewiesen. Dieser viscero-sensorische reflektorische Schulterschmerz ist auch bei Magenerkrankungen und Milzaffektionen keine Seltenheit. Auf diesen Zusammenhang hat erst kürzlich Higier wieder aufmerksam gemacht. Häufig besteht außer dem Spontanschmerz auch eine ausgesprochene Hyperalgesie im Gebiete des dritten, vierten und gelegentlich auch des fünften Cervicaldermatomes (Head'sche Halszonen), also in denjenigen Bezirken, die von denselben spinalen Segmenten versorgt werden, in welche die im Phrenicus verlaufenden afferenten Fasern einmünden (vgl. S. 92). Außerdem kommt es bei Magen- und Milzerkrankungen, seltener bei Lebererkrankungen, nicht selten auch zu einem viscero-motorischen Reflex im Phrenicusgebiet, dem Singultus. Ich habe mehrfach bei einfacher Magendilatation mit Stagnation des Inhaltes unstillbaren Singultus beobachtet, der durch Magenausspülung prompt sistiert wurde. Bei gewissen Formen gastrischer Krisen der Tabiker gehört der Singultus zu den charakteristischen Begleiterscheinungen.

Kappis und wohl die Mehrzahl der Chirurgen sind der Meinung, daß der Schulterschmerz bei Abdominalerkrankungen ein Zwerchfellschmerz sei, d. h. daß er nur dann zustande komme, wenn das Zwerchfell selbst durch den Krankheitsprozeß in Mitleidenschaft gezogen sei. Ich gebe zu, daß der Schulterschmerz unter diesen Umständen besonders stark hervortritt, aber er kommt auch bei reinen Magenerkrankungen, z. B. bei einfacher Hyperazidität, bei ganz frischen Magenulzerationen durch Säuren oder Alkalien vor, wobei eine Beteiligung des Zwerchfells zunächst völlig außer Betracht bleibt. Ich bin daher der Meinung, daß der Phrenicus ein afferenter Nerv des Magens selbst ist.

Zusammenfassend können wir also sagen, daß die Schmerzleitung von den Organen der Bauchhöhle in der Hauptsache sicher über den Sympathicus führt, daß Vagus und Phrenicus höchstwahrscheinlich auch afferente Fasern dieser Organe enthalten, daß aber nicht sicher erwiesen ist, ob diese gerade auch der Schmerzleitung dienen; möglicherweise kommen sie aber auch, vielleicht in einem individuell wechselnden Grade für diese in Betracht.

Der Leitung der Blasensensibilität dienen die Nn. hypogastrici, die Nn. pelvici und der N. pudendus. Während Mosso und Pellacini, Griffith und vor allem Fröhlich und Meyer auf Grund eingehender Tierversuche den Nn. pelvici die Hauptrolle in der Schmerzleitung zuschreiben, den N. pudendus nur als sensiblen Nerven der Sphinctergegend und der Urethra betrachten und den Nn. hypogastrici jede sensible Bedeutung abstreiten, eine Auffassung, die schon vorher Märzbacher und vor allem Barrington vertreten hatten, haben Langley und Anderson nachgewiesen, daß die Nn. hypogastrici bei der Katze etwa zu einem Zehntel aus afferenten Nerven bestehen, während von den Nn. pelvici etwa ein Drittel afferente Fasern sind. Langley hat auch gezeigt, daß Reizung des zentralen Endes der Nn. hypogastrici heftigen Schmerz verursacht. Dennig hat bei Hunden gefunden, daß nach Durchschneidung aller hinteren Sacralwurzeln, was der Ausschaltung der Nn. pelvici und pudendi gleichkommen soll (ich halte diesen Schluß Dennig's nicht für bindend, denn die Annahme Dennig's, daß nur die hinteren Wurzeln für die Leitung der Sensibilität in Betracht kommen, ist, wie wir sehen werden, falsch), starke Blasenfüllung, wenn auch nicht heftigen Drang, so doch eine gewisse Unruhe hervorruft, und daß diese letztere erst weicht, wenn auch noch die Nn. hypogastrici durchschnitten werden. Bei Durchschneidung der Nn. pelvici und Nn. hypogastrici fand Dennig bei starker Blasenfüllung dieselbe Unruhe wie bei Ausschaltung der Pelvici und Pudendi; sobald auch noch die Pudendi durchtrennt wurden, hörte jede Reaktion selbst auf die stärkste Blasenfüllung auf. Die wichtigsten Nerven für die Blasensensibilität sind nach Dennig die Pelvici; sind sie allein erhalten, tritt bei Blasenfüllung der

heftigste Harndrang ein, was übrigens auch schon Langley und Stewart festgestellt hatten. Beim Menschen hat bekanntlich Head schon vor sehr langer Zeit darauf hingewiesen, daß an der sensiblen Versorgung der Blase sowohl die Hypogastrici wie die Pelvici beteiligt sind, der Schleimhautschmerz soll mehr durch die Pelvici vermittelt werden (die hyperalgetischen Hautzonen entsprechen der 2.—4. Sacralzone), der Schmerz, welcher durch Dehnung der Blasenmuskulatur entsteht, wird nach Head durch die Hypogastrici geleitet (die hyperalgetischen Hautzonen entsprechen der 11. und 12. Thoracal- und 1. Lumbalzone). Damit stehen die klinischen besonders von Kocher, Head und Riddoch u. a. gemachten Erfahrungen im Einklang, wonach bei Zerstörung des Sacralmarkes, also bei alleinigem Erhaltensein der Hypogastrici, starke Blasenfüllung noch eine deutliche dumpfe Empfindung hervorruft. Ich habe 1922 darauf hingewiesen, daß bei Totaltrennung des Markes im Bereich von L_2 bei starker Blasenfüllung nicht nur eine dumpfe Empfindung, sondern sogar heftiger Schmerz auftritt, ja ich habe denselben auch in einem Falle von Totaltrennung im Bereich von D_{12} beobachtet, ein Beweis, daß die durch D_{11} passierenden Hypogastricusfasern für sich allein noch genügen, einen ausgesprochenen Blasenschmerz zu vermitteln. Ich bemerke aber, daß in allen meinen Fällen das Gefühl des eigentlichen Harndranges ganz fehlte. Letzterer ist beim Menschen nach meiner Ansicht an den Eintritt von Harn in die Pars prostatica der Urethra gebunden, deren sensible Erregungen in der Hauptsache durch die sacralen Pelvici geleitet werden. Dementprechesnd verspürten auch die von mir beobachteten Fälle von Totaltrennung des Markes im Bereich von L_3, L_2, L_1, oder D_{12}, denen die starke Blasenfüllung Unbehagen und Schmerz verursachte, nicht das geringste davon, wenn eine Mictio spontanea einsetzte, sie wurden durch keinen Harndrang von dem Bevorstehen derselben avertiert und fühlten auch das Hindurchpassieren des Harnes durch die Urethra überhaupt nicht. Fälle von isolierter Ausschaltung der Hypogastrici sind beim Menschen bisher nicht beobachtet. Ich habe aber in einem Fall von doppelseitiger Zerstörung der vorderen und hinteren 10.—12. Dorsal- und ersten 3 Lendenwurzeln bzw. derer grauen Substanz und Wurzeleintrittszone der entsprechenden Rückenmarkssegmente — was also einer Ausschaltung der Hypogastrici bei Integrität der Pelvici und Pudendi etwa gleichkommt — festgestellt, daß der Kranke eine starke Überfüllung der Blase zunächst gar nicht fühlte, bis mit dem Eintritt des Urins in die Pars prostatica der Urethra plötzlich heftigster Harndrang auftrat; die sich anschließende Miktion, das Hindurchpassieren des Urins durch die Urethra wurde genau so gut wie in der Norm wahrgenommen.

Für die sensible Versorgung der Prostata und Pars prostatica der Urethra nimmt Head sowohl die Hypogastrici wie die Pelvici in Anspruch. Nach meinen Erfahrungen sind an erster Stelle die Pelvici beteiligt, vielleicht zum Teil auch die Pudendi.

Die Ureteren erhalten ihre sensible Versorgung teils aus dem Plexus renalis (s. w. u.), aus dem ein Faden zum Ureter herabsteigt, teils aus dem Plexus hypogastricus, ein Faden entspringt aus dem Anfangsteil desselben und dringt in den Ureter an der Stelle ein, wo derselbe die Beckengefäße kreuzt, ein zweiter Faden folgt weiter unten. Ein besonderer Faden gelangt vom ersten Sacralknoten des Grenzstranges zum Ureter (Frankenhäuser).

Die Nieren erhalten ihre sensible Versorgung durch ein dichtes Nervengeflecht, den sogenannten Plexus renalis, welcher zusammen mit der Arter. renalis verläuft. Dieser Plexus renalis geht in der Hauptsache aus dem Plexus coeliacus hervor, zum Teil aus dem Plexus aorticus abdominalis, welcher, wie schon erwähnt, die aborale Fortsetzung des Plexus coeliacus abwärts von der Arteria renalis bildet. Ferner geht in der Regel ein besonderer Zweig des Splanchnicus minor in den Plexus renalis über. Übrigens stammen auch die aus dem Plexus coeliacus in den Plexus renalis eintretenden Fasern in der Hauptsache aus dem Splanchnicus minor. Der Splanchnicus minor bildet bekanntlich zumeist innerhalb des Plexus coeliacus das an der Ursprungsstelle der Arteria renalis gelegene Ganglion renali-aorticum. In den Plexus renalis gelangen schließlich noch direkte Fasern aus dem obersten Teile des Bauchgrenzstranges (L_1 u. L_2). Auf einen derartigen von unten her selbständig an den Nierenhilus herantretenden Zweig hat besonders Jost aufmerksam gemacht. Die Verbindungen des Vagus mit dem Plexus renalis sind nach Renner inkonstant. Es sprechen auch keine bisherigen klinischen Erfahrungen dafür, daß der Vagus gerade an der sensiblen Versorgung der Niere Anteil hat: ausgeschlossen ist dies aber keineswegs. Das Gleiche gilt für den Phrenicus.

Die sensible Versorgung der Genitalorgane erfolgt teils durch den Plexus spermaticus, welcher sich aus dem Plexus renalis und Plexus mesentericus superior abzweigt, durch Fäden aus dem Plexus aorticus verstärkt wird und mit den Vasa spermatica interna beim Manne zum Hoden, beim Weibe zum Ovarium, Fundus uteri, zur Tube und Fimbria zieht. Den Hauptanteil an der sensiblen Versorgung der Genitalorgane haben aber die Nn. hypogastrici und die sacralen Pelvici. Beim Manne bilden dieselben den Plexus deferentialis, der bis in den Nebenhoden und Hoden gelangt, den Plexus seminalis, Plexus prostaticus und Plexus cavernosus. Die Haut des Penis wird bekanntlich vom N. pudendus

(N. dorsalis penis) versorgt. Zu bemerken ist, daß sich die sogenannten Genitalkörperchen nicht nur in der Haut, sondern auch in der Tiefe der Corpora cavernosa finden und teils vom N. pudendus, teils von den tiefen Nervengeflechten (Nn. hypogastrici, Nn. pelvici [erigentes]) versorgt werden. Die Haut des Scrotums wird vom N. pudendus und dem Ram. perinealis des Cut. fem. post, teils vom N. spermatic. ext., Ileoinguinalis und Lumboinguinalis versorgt. Desgleichen werden die Genitalorgane der Frau (außer durch den Plexus spermaticus) in der Hauptsache durch die Nn. hypogastrici und Nn. pelvici versorgt. Beide bilden zusammen ein zu beiden Seiten des Uterus und der Vagina gelegenes dichtes Nervengeflecht, den Plexus uterovaginalis oder Frankenhäuser'schen Plexus. Die Vagina und die Cervix uteri werden dabei vorzugsweise durch die Pelvici gespeist, während sich an der Versorgung des Corpus uteri und der Adnexe Pelvici und Hypogastrici in gleichem Maße zu beteiligen scheinen. Die Clitoris erhält teils Fasern aus dem Plexus uterovaginalis, teils wird sie ebenso wie die Labia minora durch den N. pudendus (N. dorsalis clitoridis) versorgt. In die Versorgung der Labia majora teilen sich der N. pudendus und Cut. fem. post. einerseits, der N. genitofemoralis, Ileoinguinalis und Ileohypogastricus andererseits. Während nichts darüber bekannt ist, daß der Vagus an der sensiblen Versorgung der Genitalorgane Anteil nimmt, sprechen zahlreiche Erfahrungen dafür, daß der Phrenicus daran beteiligt ist. Bei entzündlichen Adnexerkrankungen, bei Tubargravidität und zahlreichen anderen Krankheitsprozessen im kleinen Becken bestehen nicht selten starke Schulterschmerzen und eine Hyperalgesie im Bereiche der 3. und 4. Cervicalzone.

Dieser Zusammenhang war schon Hippokrates und Galen bekannt. In neuerer Zeit haben besonders Beccaria, Michaelis, Sydenham, Schürmann, Bahn, Snigirew, Gardner, Head, Schützenberg, Obraszow, Kappis u. a. auf den Schulterschmerz und eine ausgesprochene Hyperalgesie am Halse und Nacken bei Erkrankungen der Eierstöcke, der Tuben, des Uterus, der Vesiculae seminales, der Prostata, des Rectums oder der Harnröhre hingewiesen. Am eingehendsten hat Lapinsky diese Frage studiert. Er führt allerdings das Zustandekommen der Schmerzirradiation bei Erkrankungen des kleinen Beckens in die Schultern und den Hals nicht auf eine sensible Versorgung der dort liegenden Organe durch den Phrenicus zurück, sondern glaubt, daß durch die Erkrankung derselben reflektorisch eine Gefäßlähmung im Gebiete der Schulter und des Halses hervorgerufen würde, die zu einer schmerzhaften Veränderung der Haut und der Muskeln in dieser Gegend Anlaß gebe. Diese vasomotorische Tonusänderung soll vom Brustmark ausgehen.

Die Schmerzfasern des Herzens und des Anfangsteiles der Aorta sind in erster Linie in den Rami cardiaci des Sympathicus enthalten (N. cardiac. sup., med. et inferior). Außerdem führt aber der Vagus sensible Herzfasern (Wenckebach, Eppinger und Hofer). Diese Vagusfasern gehen in der Hauptsache auch in 3 Ästen zum

Herzen, ein Ast entspringt vom Laryngeus superior, ein Ast vom Recurrens und ein dritter Ast vom thoracalen Vagusstamm. Ein besonderer N. depressor, wie er beim Tier von Ludwig und Cyon aus dem Winkel zwischen Vagusstamm und Laryngeus superior-Abgang entspringend beschrieben ist, läßt sich beim Menschen keineswegs immer darstellen. Daß der Vagus sensible Herzfasern führt, geht aus den in neuester Zeit erzielten Erfolgen der Durchschneidung der Herzvagusäste bei Angina pectoris hervor, war aber schon lange vorher durch das Auftreten der hyperalgetischen Zonen am Kopfe bei Herz- und Aortenerkrankungen durch Head wahrscheinlich gemacht. Außer Sympathicus und Vagus kommt als sensibler Herznerv noch der Phrenicus in Betracht. Nach C. Hasse wird der gesamte vordere Teil des Herzbeutels vom Phrenicus, der hintere Teil vom Vagus sensibel innerviert. Voelcker hat auf die Bedeutung des Phrenicus als sensiblen Nerven des Pericards hingewiesen. Und Head hat auf die Häufigkeit des Vorkommens hyperalgetischer Zonen der dritten und vierten Cervicalzone bei Herz- und Aortenerkrankungen aufmerksam gemacht.

Die Pleura costalis wird von den Intercostalnerven versorgt. C. Hasse gibt als sensiblen Nerven des Pleura costalis, diaphragmatica und mediastinalis den N. phrenicus an. Daß die Pleura diaphragmatica vom Phrenicus versorgt wird, ist von Felix direkt nachgewiesen worden und geht vor allem auch aus dem bei ihrer Erkrankung auftretenden Schulterschmerz und der Hyperalgesie im Bereich des dritten und vierten Cervicaldermatoms hervor. Ich erinnere ferner an den reflektorischen Singultus bei Entzündung der Pleura diaphragmatica. Welche Nerven die Pleura pulmonalis, die besonders in den dem Hilus benachbarten Partien schmerzempfindlich ist, versorgen, steht noch nicht fest. Nach Kappis fällt hier scheinbar dem Vagus die Hauptrolle zu. In die Versorgung der Bronchien teilen sich der Sympathicus und der Vagus, letzterer bildet besonders in der Bronchialschleimhaut ein dichtes Nervengeflecht. Daß Vagus, Sympathicus, aber auch Phrenicus an der sensiblen Versorgung der Bronchien (und vielleicht auch des alveolaren Lungengewebes) beteiligt sind, geht meines Erachtens aus den von Head bei Erkrankungen der Lungen und des Bronchialbaums festgestellten hyperalgetischen Zonen am Kopfe, in der zweiten bis siebenten Thoracalzone, und in der dritten und vierten Cervicalzone, mit großer Wahrscheinlichkeit hervor. Die Erfolge, welche beim Asthma bronchiale sowohl mit der Durchschneidung des Vagus wie mit der Ausrottung des Sympathicus erzielt worden sind, sind wenigstens für den letzteren Fall auf die Unterbrechung der afferenten Bronchialnerven zurückzuführen. In die sensible Versorgung des Ösophagus teilen sich Vagus und

Sympathicus. Das gleiche dürfte für die Trachea gelten. Ob der Phrenicus daran Anteil hat, ist meines Wissens bisher nicht untersucht. Die sensible Versorgung der Mamma erfolgt durch den 2.—6. Intercostalnerven, in das Innere der Drüse dringen besonders der 4.—6. Intercostalnerv ein. Sympathische Fasern, soweit solche nicht schon in den genannten Intercostalnerven enthalten sind, gelangen mit der Arteria thoracica longa und den Rami perforantes der Arteriae intercostales in die Brustdrüse.

Einige kurze Bemerkungen über die sensible Versorgung des Auges und Ohres, sowie der Mundhöhle, des Rachens und der Nasenhöhle. Das Auge erhält seine afferenten Fasern durch den Trigeminus I (N. nasociliaris) teils durch direkte Fasern, teils über das Ganglion ciliare. Es ist bisher nicht erwiesen, ob der Sympathicus afferente Fasern für das Auge führt. Nach Exstirpation des Ganglion Gasseri oder Resektion der Trigeminuswurzel wurde bisher vollkommene Gefühllosigkeit des Augapfels festgestellt, selbst dann, wenn in anderen Bezirken des Trigeminusgebietes noch beträchtliche Reste von Sensibilität erhalten waren. Das Mittelohr und die angeschlossenen Cellulae mastoideae sowie die Tuba Eustachii erhalten ihre sensible Versorgung durch den N. intermedius, N. glossopharyngeus und Trigeminus (?), möglicherweise nimmt auch der Vagus an der Bildung des Plexus tympanicus teil. Wie überall sonst, so enthält auch das Nervengeflecht des Mittelohrs sympathische Fasern. Es ist aber nichts darüber bekannt, wie weit diese der Leitung afferenter Impulse dienen. Die Nasenhöhle wird durch den Trigeminus I und II versorgt, die hinteren Abschnitte auch durch den Intermedius und Glossopharyngeus, die Mundhöhle durch Trigeminus II und III, die Zunge durch Trigeminus III, Intermedius, Glossopharyngeus und Hypoglossus, der Gaumen durch Trigeminus II, Glossopharyngeus und Intermedius, der Rachen durch Glossopharyngeus, Intermedius und Trigeminus (Tonsillargegend). Wie weit der Sympathikus afferente Fasern für Nase, Rachen, Gaumen, Mundhöhle und Zunge führt, ist bisher nicht näher untersucht.

Die Dura mater cerebri erhält ihre sensible Versorgung durch den Trigeminus und Vagus und zwar die der vorderen Schädelgrube und des Poles der mittleren Schädelgrube durch den Ramus recurrens des II. Trigeminusastes, der Hauptteil der mittleren Schädelgrube durch den Ramus meningeus des III. Trigeminusastes, das Tentorium cerebelli durch den Ramus recurrens des Ramus ophthalmicus (I) des Trigeminus, die hintere Schädelgrube durch den Ramus meningeus Vagi. Sympathische sensible Fasern erhält die Dura in reichlicher Menge mit der Arteria meningea und deren Verzweigungen. Die Dura mater

spinalis wird durch die Rami sinuvertebrales der Spinalnerven versorgt.

Daß die Pia mater des Gehirns und Rückenmarkes und die Plexus chorioidei mit einem dichten sensiblen Nervengeflecht und zahlreichen sensiblen Endkörperchen ausgestattet sind, ist schon weiter oben hervorgehoben worden. Die Nerven gelangen zum Teil mit den Arterien, Plexus caroticus und Plexus vertebralis dahin, zum anderen Teil aber erhalten Pia und Plexus chorioidei durch den Oculomotorius, Abducens, Glossopharyngeus, Vagus-Accessorius und Hypoglossus ihre sensiblen Fasern. Wir sehen also, daß auch die Hirnhäute eine doppelte sensible Versorgung haben. Ich konnte feststellen, daß bei elektrischer Reizung des kaudalen Stumpfes des Halssympathikus unterhalb des Ganglion cervic. superius starker halbseitiger Kopfschmerz auftrat. Die Behauptung Brüning's, daß der Halsgrenzstrang sicher keine sensiblen Fasern führe, ist sicher falsch.

IV.

Die Schmerzfasern, einerlei ob sie durch die cerebrospinalen peripheren Nerven und die Plexus ziehen, oder ob sie mit den peripheren sympathischen Geflechten in den Grenzstrang und von diesem durch die Rami communicantes albi in die Spinalnerven gelangen, oder schließlich ob sie mit den periarteriellen sympathischen Geflechten verlaufen und vom Plexus subclavius, aorticus und iliacus unter Umgehung der cerebrospinalen Nerven direkt in den Grenzstrang und von diesem durch Rami communicantes albi in die Spinalnerven gelangen, alle erreichen sie letzten Endes die Rückenmarkswurzeln. Sicher verlaufen die meisten Schmerzfasern der Haut durch die hinteren Rückenmarkswurzeln. Sie haben ihr trophisches Zentrum in den Spinalganglienzellen oder in Zellen der Grenzstrangganglien. Wir bezeichnen dasjenige Hautgebiet, welches von einer hinteren Wurzel versorgt wird, als Dermatom (Wurzelzone, Segmentalzone).

Die elektrische Reizung einer hinteren Wurzel gehört zu den schmerzhaftesten Erlebnissen, die denkbar sind. Krankhafte irritative Noxen, welche die hinteren Wurzeln betreffen, sind durch ihren schmerhaften Charakter genugsam bekannt. Man spricht in solchen Fällen von Wurzelschmerzen. Auch einfache mechanische Reizung einer hinteren Wurzel ist meist sehr schmerzhaft. Für die artificielle Reizung der hinteren Wurzeln gilt dasselbe wie für die peripheren Nerven; es werden dabei nur Parästhesien oder ausgesprochenes Schmerzgefühl beobachtet, niemals aber irgendwelche differenzierten Empfindungen; der Effekt ist der gleiche, einerlei ob der Reiz elektrischer, mechanischer,

chemischer oder thermischer Natur ist: Unterschiede bestehen höchstens in bezug auf die Intensität des sensiblen Erlebnisses. Daß die hinteren Wurzeln auch antidrom leiten, wurde schon früher erwähnt. Während bei Reizung der intakten Wurzel oder des zentralen Stumpfes einer durchschnittenen hinteren Wurzel der Schmerz derartig vehement ist, daß eine auch nur annähernde Lokalisation desselben ausgeschlossen ist, wird bei Reizung des peripheren Stumpfes einer durchschnittenen Wurzel der Schmerz sehr genau in das zugehörige Dermatom der Körperoberfläche lokalisiert. Mehrfach stellte ich dabei fest, daß die Projektion annähernd mit den von Head angegebenen sogenannten Maximalpunkten der einzelnen Wurzelzonen zusammenfiel, Punkten, in denen sich der Schmerz bei pathologischer Irritation einer spinalen Wurzel zu konzentrieren pflegt. Daß der Effekt der antidromen

Ausdehnung der Sensibilitätsstörung in einem Falle von Durchschneidung der Trigeminuswurzel. Die kontinuierliche Linie stellt die Grenze der taktilen Anästhesie, die gestrichelte Linie die der Analgesie, die durch Kreuze markierte Linie die der Thermanästhesie dar.



Abb. 10.

Leitung bei Reizung einer Wurzel erst wegfällt, wenn auch die nächst höhere und nächst tiefere hintere Wurzel durchtrennt sind, habe ich auch schon weiter oben erwähnt. Daraus geht hervor, daß an der Versorgung eines Dermatoms, wenigstens soweit die Thoracalwurzeln, an denen ich bisher ausschließlich derartige Versuche über die antidrome Leitung angestellt habe, drei benachbarte Wurzeln gleichzeitig beteiligt sind, eine Tatsache, die uns noch eingehend beschäftigen wird.

Durchtrennung einer Anzahl benachbarter hinterer Wurzeln führt zu Analgesie, Anästhesie und Thermanästhesie im Bereiche der entsprechenden Dermatome. Die Abb. 10—22 demonstrieren Ihnen die Ausdehnung der Sensibilitätsstörung in Fällen, in denen die Trigeminuswurzel, die Wurzeln (C_1—C_4) (C_1—C_5) (C_1—C_6) ($C_5\,C_7\,C_8\,D_1\,D_2$) ($C_4\,C_5$) ($D_1\,D_2$) ($D_3\,D_4$) (D_5—D_9) D_5—D_{12}) ($L_2\,L_3\,L_5\,S_1\,S_2$) (L_1—L_5) (L_3—S_1) von mir durchschnitten worden sind.

Eine genaue Kenntnis aller einzelnen radiculären Dermatome liegt für den Menschen bisher nicht vor. Beim Tiere, besonders beim Affen, beim Hund und bei der Katze sind dieselben durch die eingehenden Studien Sherrington's, Winkler's und van Rijnberk's, Klessen's, Dusser de Barrenne's u. a. mehr oder weniger genau festgestellt. Sherrington bestimmt ein Wurzeldermatom

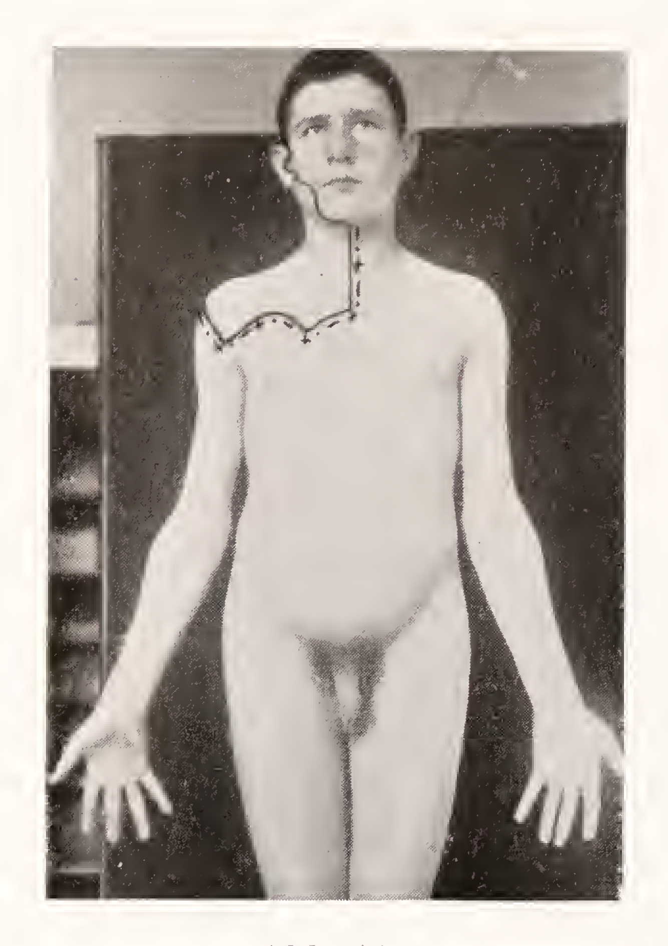


Abb. 11a.



Abb. 11b.



Abb. 11c.

Abb. 11.
Sensibilitätsdefekt nach Durchschneidung von C_1—C_4. Die kontinuierliche Linie ist die Grenze der taktilen Anästhesie, die Linie + — · die der Analgesie und Thermanästhesie.

dadurch, daß alle Wurzeln oberhalb und unterhalb einer bestimmten Wurzel durchtrennt werden, und der Bezirk der erhaltenen Hautsensibilität festgestellt wird. Diese von Sherrington an Affen geübte Methode der residual sensibility ist besonders durch Winkler und seine Mitarbeiter weiter ausgebaut worden. Eine zweite Methode der Dermatombestimmung, die von Klessens und Dusser

de Barenne stammt, beruht auf der lokalen Strychninvergiftung eines bestimmten Rückenmarkssegmentes bzw. seiner Wurzeleintrittszone. Hierbei kommt es zu einer scharf begrenzten, die Grenzen des Wurzeldermatoms genau

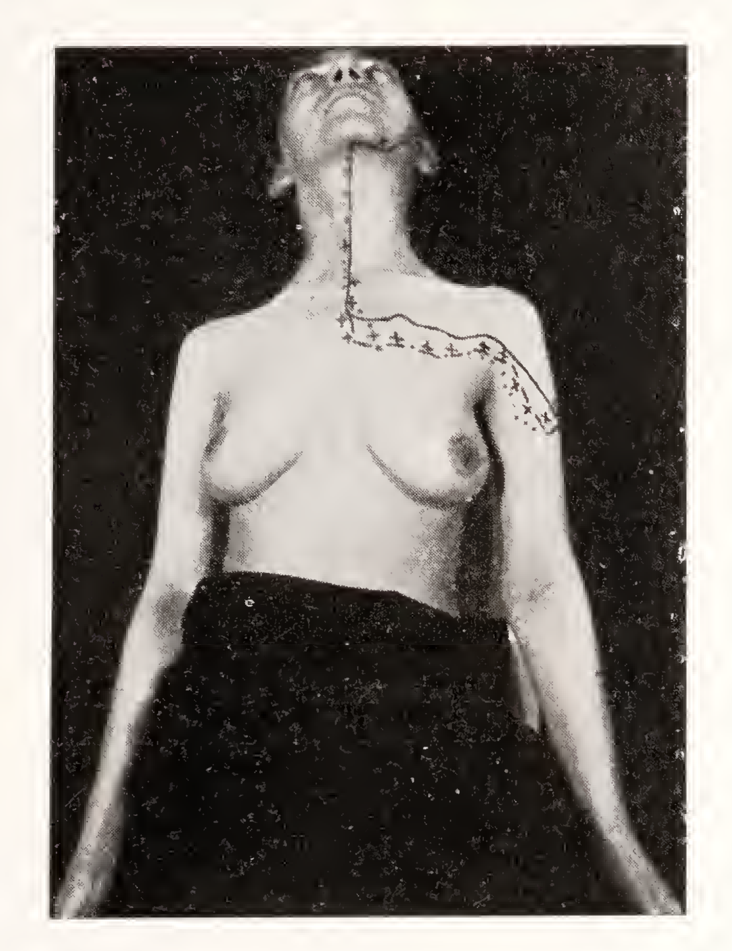


Abb. 12a.



Abb. 12b.

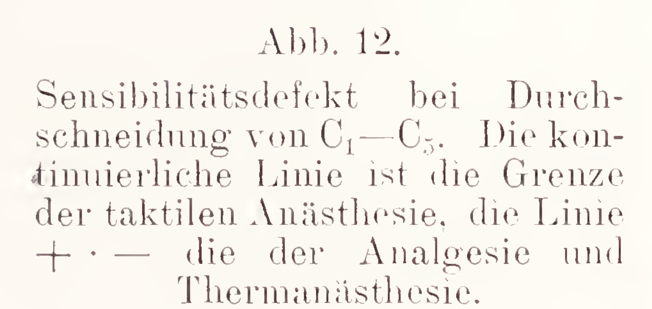


Abb. 12.
Sensibilitätsdefekt bei Durchschneidung von C_1—C_5. Die kontinuierliche Linie ist die Grenze der taktilen Anästhesie, die Linie + · — die der Analgesie und Thermanästhesie.

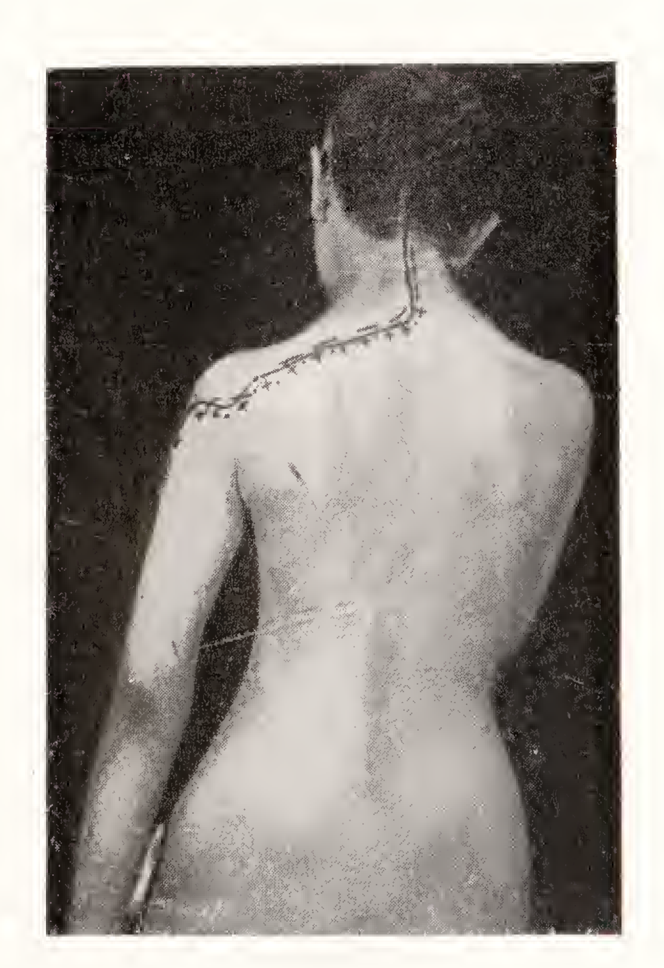


Abb. 12c.

wiedergebenden Hyperästhesie (richtiger gesprochen Hyperalgesie bzw. Hyperpathie) der Haut. Die dritte Methode, die sogenannte anatomische Methode Bolk's verfolgt anatomisch-präparierend die Ausbreitung der

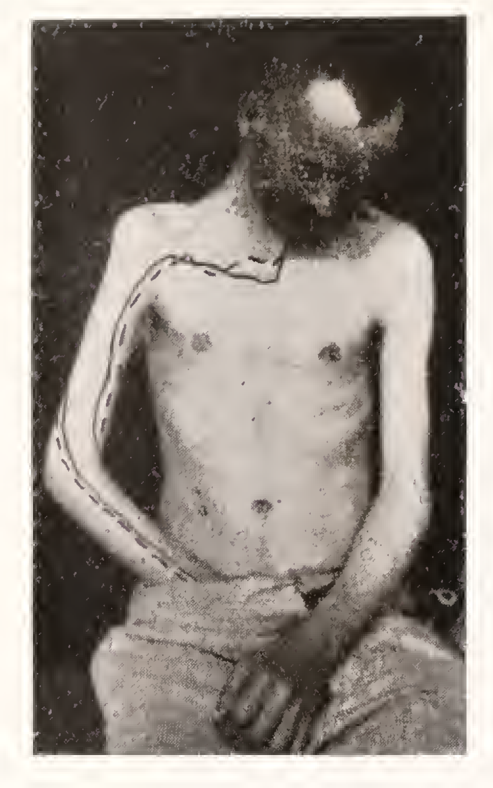


Abb. 13 a.



Abb. 13 b.



Abb. 13 c.

Sensibilitätsdefekt nach Durchschneidung von C_1—C_6. Die kontinuierliche Linie stellt die Grenze der taktilen Anästhesie dar, die Linie — — — die der Analgesie und Thermanästhesie.



Abb. 14 a.



Abb. 14 c.



Abb. 14 b.

Abb. 14. Sensibilitätsdefekt nach Resektion von C_5 C_7 C_8 D_1 D_2. Markierung wie in Abb. 11 u. 12. Zu beachten ist, daß der Durchschneidung von C_5 kein Defekt entspricht; ferner ist der der Resektion von D_2 entsprechende zipfelartige Defekt am Thorax zu beachten. Die auf der linken Thoraxseite markierte Linie + · — bedeutet die obere Grenze des Sensibilitätsdefektes nach Vorderseitenstrangdurchschneidung am oberen Ende von C_6.



Abb. 15.
Sensibilitätsdefekt nach Durchschneidung von C_4 und C_5. Die kontinuierliche Linie umfaßt die taktile Anästhesie, die gestrichelte Linie — — — die Analgesie, die Linie + · + · die Thermanästhesie.

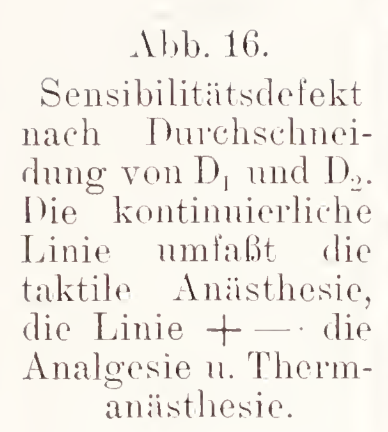


Abb. 16.
Sensibilitätsdefekt nach Durchschneidung von D_1 und D_2. Die kontinuierliche Linie umfaßt die taktile Anästhesie, die Linie +—· die Analgesie u. Thermanästhesie.



Abb. 16a.



Abb. 16b.



Abb. 17.
Sensibilitätsdefekt nach Durchschneidung von D_3 und D_4, für alle Qualitäten annähernd gleich extensiv.

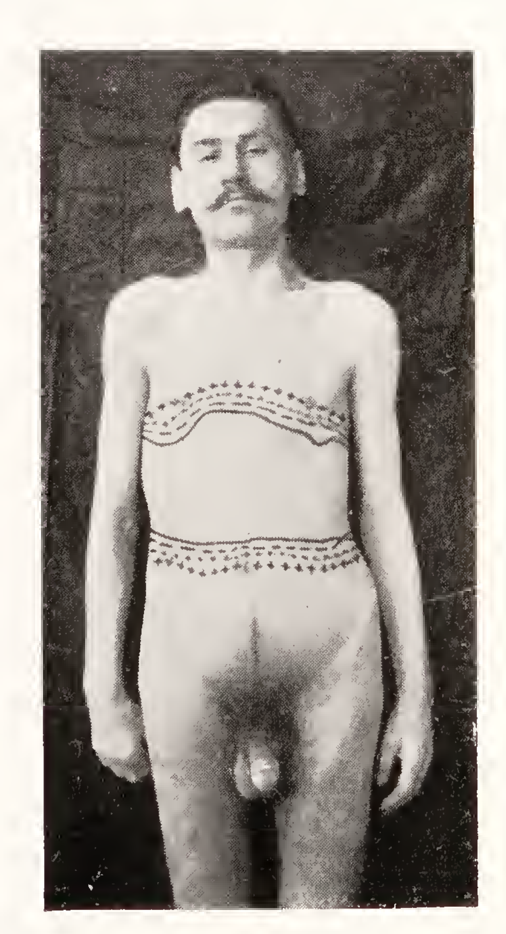


Abb. 18a.



Abb. 18b.

Sensibilitätsdefekt bei Durchschneidung von D_5—D_9. Die kontinuierliche Linie umfaßt die taktile Anästhesie, die gestrichelte Linie - - - die Analgesie, die Linie . . . . die Anästhesie für warm, die Linie + + + die Anästhesie für kalt.





Abb. 19a. Abb. 19b.
Sensibilitätsdefekt nach Durchschneidung von D_5—D_{12}. Markierung wie in Abb. 18.



a

b



c



d



Abb. 20.
Analgesie nach Durchschneidung von L_2 L_3 L_5 S_1 S_2. Die Defekte der anderen Qualitäten sind nicht markiert.







Abb. 21 a. Abb. 21 b. Abb. 21 c.

Sensibilitätsdefekt bei Durchschneidung von L_1 L_5. Die kontinuierliche Linie umfaßt die taktile Anästhesie, die Linie — — — die Analgesie, die Linie .... die Anästhesie für warm, die Linie + + + die Anästhesie für kalt.







Abb. 22 a. Abb. 22 b. Abb. 22 c.



Abb. 22 d.

Abb. 22.
Sensibilitätsdefekt bei Durchschneidung von L_3—S_1. Die kontinuierliche Linie umfaßt die taktile Anästhesie, die Linie — — — die Analgesie, die Linie .... die Anästhesie für warm, die Linie + + + die Anästhesie für kalt.

Nervenfasern einer bestimmten Wurzel bis in die Haut, wobei höchstens die äußersten feinsten, dem Auge nicht mehr sichtbaren Nervenfäserchen, unberücksichtigt bleiben.

Beim Menschen liegt eine genaue Bestimmung mittels der Sherrington'schen Methode der residual sensibility bisher nur für einige Wurzeln vor. Der oben mitgeteilte Fall von Durchschneidung von L_2, L_3, L_5, S_1, S_2 kann als typisches Beispiel gelten, indem in dem erhaltenen Rest von Hautsensibilität das vierte Lumbaldermatom dargestellt ist. Man kann aber durch Vergleich von zahlreichen Fällen, in denen eine Anzahl benachbarter Wurzeln durchschnitten worden sind, teils die orale teils die caudale Begrenzung zahlreicher Hautdermatome wenigstens in ihrer durchschnittlichen Form konstruktiv bestimmen. Die caudale Grenze des Trigeminusgebietes kennen wir aus Fällen, in denen C_2 und C_3 von Cushing durchtrennt wurde, sowie aus 5 eigenen Fällen, in denen ich C_1—C_4 (2 Fälle), C_1—C_5 (2 Fälle), C_1—C_6 reseziert habe. Allerdings wird hierbei streng genommen nur die caudale Grenze des Trigeminus und Intermedius bestimmt, welch letzterer bekanntlich an der Versorgung des äußeren Ohrs und des Gehörgangs beteiligt ist. Auch bleibt bei dieser Grenzbestimmung der Anteil, den der Vagus an der sensiblen Versorgung des Gehörganges und Trommelfells hat, sowie die sensible Versorgung des Gaumens und Pharynx durch den Glossopharyngeus unberücksichtigt. Die orale Grenze des Dermatoms C_2 (C_1 hat meist keine hintere Wurzel) können wir an den Stellen, an denen Intermedius, Glossopharyngeus und Vagus unberücksichtigt bleiben dürfen, genau aus der caudalen Begrenzung der Sensibilitätsstörung nach Exstirpation des Ganglion Gasseri oder der Durchschneidung der Quintuswurzel konstruieren (F. Krause, Morriston und Davies, Cushing, Davis, eigene Fälle). Dagegen konnte bisher die caudale Grenze des zweiten Cervicaldermatoms mit Hilfe von Wurzeldurchschneidungen beim Menschen noch nicht bestimmt werden, da Fälle von Durchtrennung von C_3 und C_4 bisher meines Wissens nicht bekannt sind. Was die Zone C_3 anlangt, so kennen wir weder ihre orale Grenze, da verwertbare Fälle von Resektion von C_2 mit Bestimmung der Grenzen der Sensibilitätsstörung nicht existieren, noch kennen wir die caudale Grenze; von einem Falle, in dem ich C_4, C_5, C_7, C_8, D_1 reseziert habe, sind mir leider die Aufzeichnungen des Sensibilitätsbefundes verloren gegangen; in einem anderen Fall, in dem ich C_4 und C_5 reseziert habe, ist die Sensibilitätsstörung räumlich so wenig ausgedehnt, daß er sich für eine Bestimmung des Durchschnittsverhaltens der caudalen Grenze von C_3 wenig eignet. Ein Fall von W. Lehmann, in dem C_4—C_8 reseziert wurde, ist vollends unbrauchbar, weil hier keine verwertbare Bestimmung der Grenzen der cutanen Sensibilitätsstörungen vorliegt. Die orale Grenze von C_4 kennen wir aus einem Falle Cushing's, in dem C_2 und C_3 durchtrennt wurde. Aus weiteren eigenen Beobachtungen kann ich die orale Grenze von C_5 (Resektion C_1—C_4), von C_6, von C_7, von D_2, von D_3, von D_5, von D_{10}, D_{11}, L_1, S_3, die caudale Grenze von C_6, C_8, D_2, D_4, D_5, D_6, D_{12}, L_1, L_4, L_5 konstruieren. Es würde aber viel zu weit führen alle diese Befunde hier anzuführen.

Die Strychninmethode Dusser de Barenne's ist bisher beim Menschen noch nicht zur Anwendung gekommen. Dagegen verfüge ich über eine größere Zahl von Fällen, in denen die pathologische Reizung einer einzelnen Hinterwurzel eine scharf begrenzte Hyperalgesie bzw. Hyperpathie der Haut erzeugte, so daß auf diese Weise das Dermatom scharf bestimmt werden konnte. Ein Beispiel ist der S. 277 erwähnte Fall von Neurinom der hinteren 6. Dorsalwurzel (s. Abb. 23).

Mittels der anatomischen Methode hat Bolk die meisten Dermatome für den Menschen, so gut es mit dieser Methode gelingt, bestimmt. Frohse hat die Ausbreitung des Trigeminusgebietes auf diese Weise genau eruiert.

Nun verfügen wir aber noch über zwei weitere Methoden, welche die Form und Ausdehnung der einzelnen Segmentalzonen auf der Haut zur Darstellung bringen,



Abb. 23a.

Abb. 23.
Hyperalgesie der Haut in einem Falle von Neurinom der sechsten Dorsalwurzel



Abb. 23b.

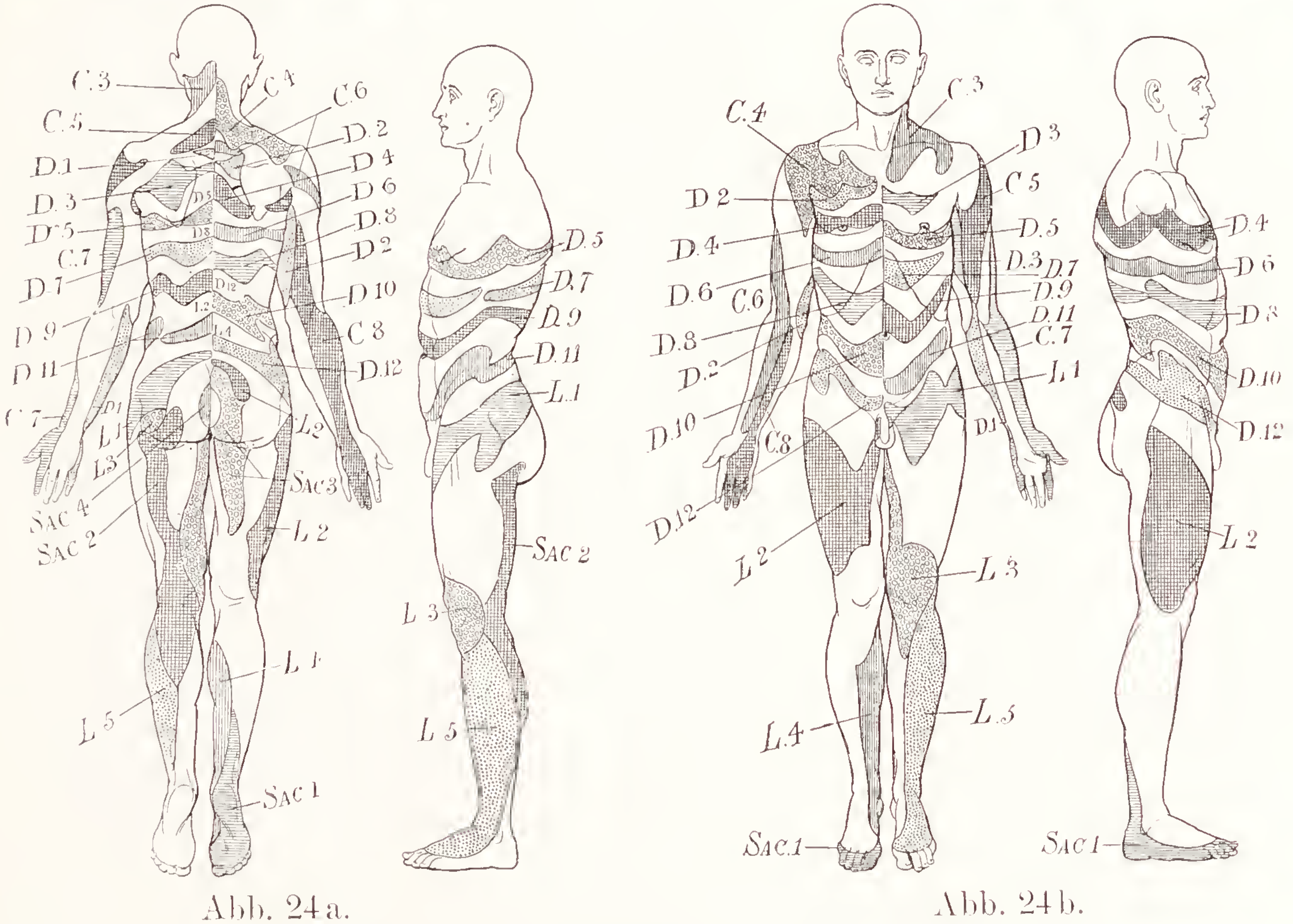


Abb. 24a. Abb. 24b.
Dermatome des Menschen nach H. Head.

bei denen allerdings nicht Störungen der Sensibilität, sondern segmentale, trophische und vasomotorische Störungen bzw. Reaktionen verwertet werden. Head hat in zahlreichen Fällen von Herpes zoster, dem bekanntlich eine Erkrankung einer oder mehrerer Spinalganglien zugrunde liegt, die Form und Ausbreitung der Herpeseruption sehr genau topographiert und ist auf Grund seiner zahlreichen Untersuchungen zur Aufstellung seines bekannten Segmentalschemas gelangt. Wir müssen uns aber darüber klar sein, daß durch diese Methode nur das Ausbreitungsgebiet der von einem bestimmten Spinalgangliom zur Haut ziehenden sogenannten



Abb. 25.

Drittes Thoracaldermatom, bestimmt durch die bei Reizung von D_3 auftretende cutane Vasodilatation.

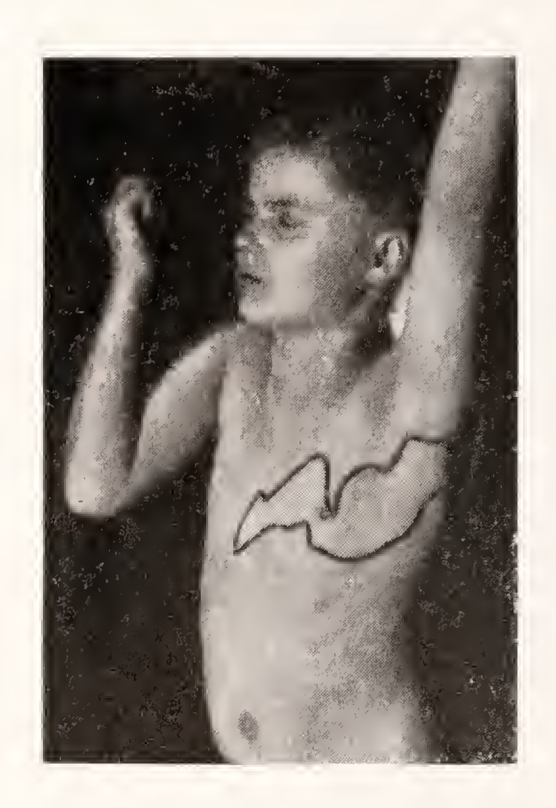


Abb. 26 a.
Fünftes Thoracaldermatom.

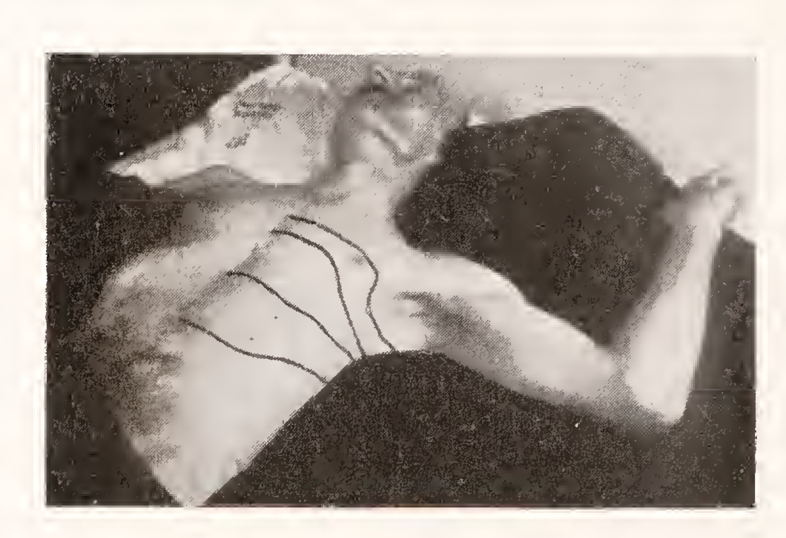


Abb. 26 b.
Fünftes und achtes Thoracaldermatom.

trophischen Fasern bestimmt wird, und es nicht ohne weiteres erwiesen, daß sich die Ausbreitungsgebiete der trophischen Fasern mit dem der afferenten Bahnen vollkommen decken (Abb. 24). Immerhin ist aber die Übereinstimmung der Head'schen Herpeszonen und der durch die anderen Methoden gewonnenen Grenzen der Segmentalzonen eine sehr große. Zum Teil erschienen die Zosterzonen etwas kleiner als die mit der Methode der residual sensibility direkt oder auf konstruktivem Wege bestimmten Segmentalzonen.

Fußend auf der von Stricker und Bayliss im Tierexperiment erwiesenen Tatsache, daß die Vasodilatatoren durch die hinteren Wurzeln passieren, habe ich

bei zahlreichen Wurzeloperationen nachweisen können, daß das auch für den Menschen gilt. Reizt man beim Menschen den peripheren Stumpf einer durchschnittenen Radix posterior mit dem faradischen Strom, so entsteht alsbald eine ausgesprochene Vasodilatation auf der Haut, deren Ausdehnung annähernd der Ausbreitung der Herpeseruption bei Erkrankung des betreffenden Spinalganglions entspricht. Die Abb. 25—31 demonstrieren das auf das Anschaulichste, zum Teil scheinen die mit dieser Methode der Vasodilatation bestimmten Zonen etwas größer als die Head'sche Zosterzonen. Die Methode eignet



Abb. 27.
Zehntes Thoracaldermatom.

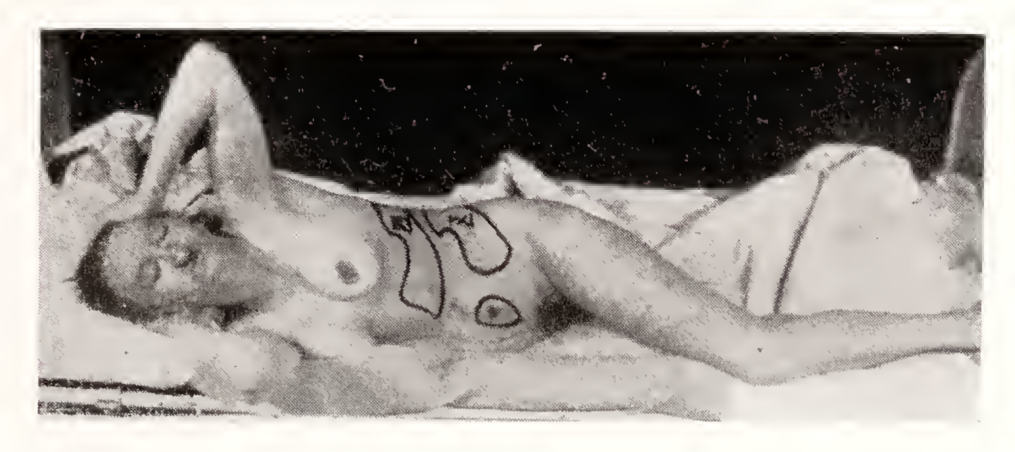


Abb. 28.
Siebentes und zehntes Thoracaldermatom.



Abb. 29a.



Abb. 29b.

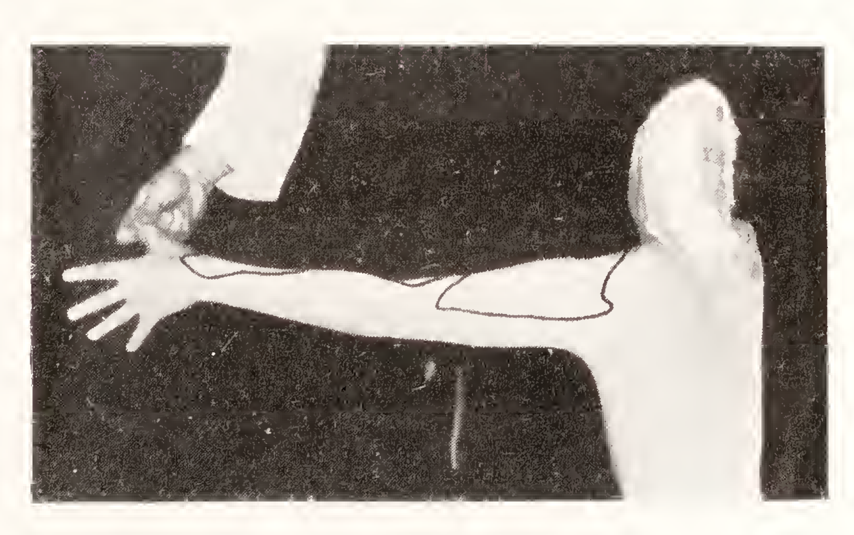


Abb. 29c.

Abb. 29. Dermatome C_3 und C_5.

sich ausgezeichnet dazu, eine bestimmte Wurzel bei Operationen im Zweifelsfalle jederzeit genau zu identifizieren. Auch mit dieser Methode kann man sich überzeugen, wie weit die benachbarten Wurzelzonen einander überlagern. So waren in Abb. 28 D_9 und D_8 bei einer früheren Operation reseziert und degeneriert, die Zonen der vasodilatatorischen Hyperämie, welche durch Reizung von D_{10} und D_7 erzielt wurde, sind nur durch einen relativ schmalen Zwischenraum getrennt. Dasselbe sieht man in Abb. 25, die einem Falle entspricht, in dem D_5 und D_8 gereizt wurden, während D_6 und D_7 absichtlich, um die Grenzen

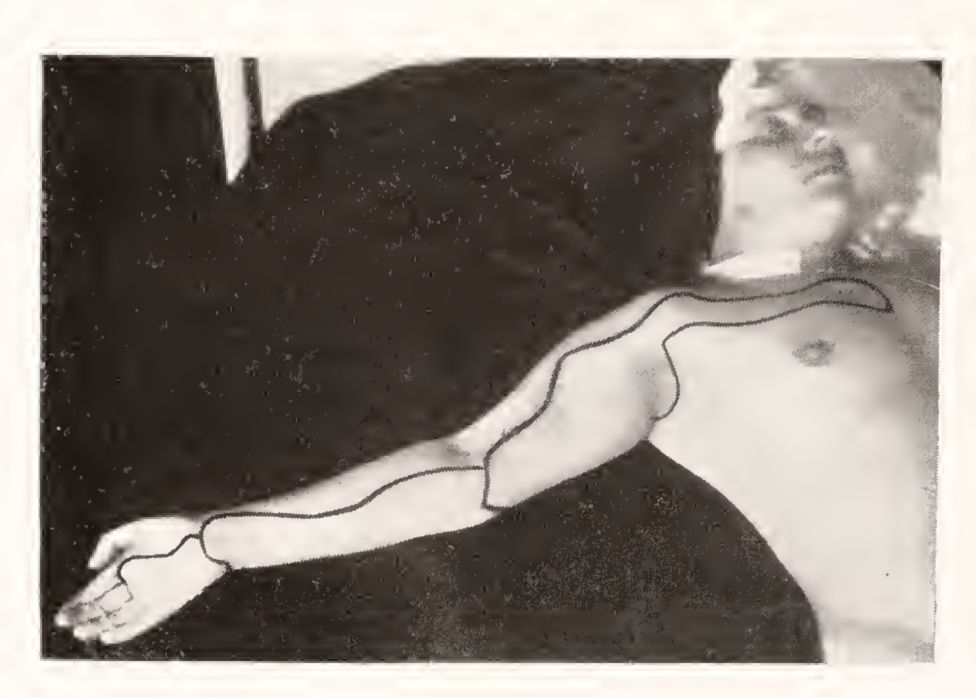


Abb. 30a.

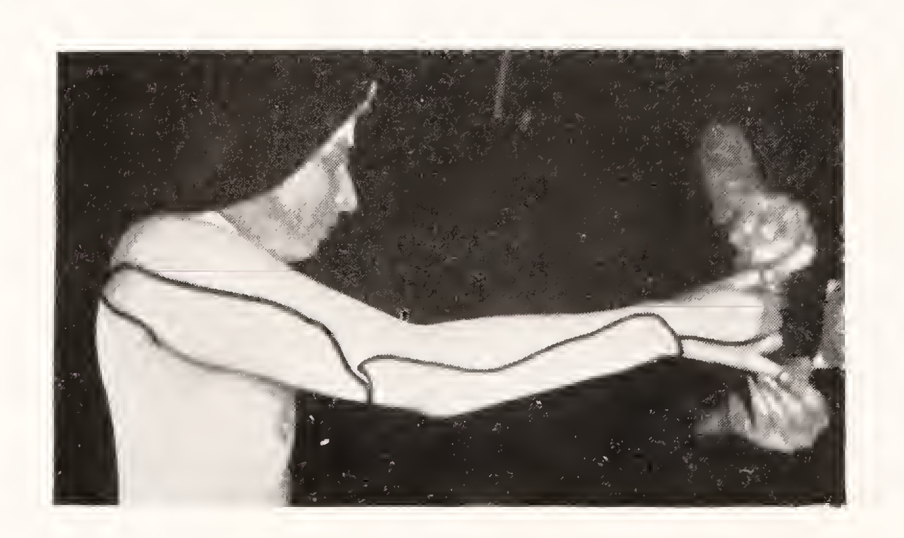


Abb. 30b.

Abb. 30. Dermatome D_2, D_1, C_8.

von D_5 und D_8 genau hervortreten zu lassen, nicht gereizt wurden. In dem Falle der Abb. 30 wurden der Reihe nach D_2, D_1, C_8, C_7 gereizt, die Grenzlinien stellen hier also, soweit D_1 und C_8 in Betracht kommen, nur den Zuwachs dar, den die Zone der Hyperämie, die bei Reizung der jeweils vorangehenden Wurzel entstanden war, erfahren hat.

Die meisten für den Menschen aufgestellten Schemata der Segmentalzonen beruhen auf der Feststellung der oberen Grenzen der Sensibilitätsstörung in Fällen von Totaltrennung des Markes in anatomisch oder bioptisch verifizierter Höhe (Thorburn, Kocher, Wichmann, Seiffer u. a.). Auch hat man die Ausdehnung der Sensibilitätsstörung in Fällen von Hämatomyelie, Syringomyelie,

Syringobulbie, Stichverletzungen des Rückenmarkes, traumatischen Wurzelläsionen, Fällen von Tabes dorsalis herangezogen. So wertvoll auch alle diese Untersuchungen sind, so dürfen wir uns nicht verhehlen, daß die Ergebnisse denen der anderen Methoden nicht gleichkommen, weil nur wenig Krankheitsprozesse so elektiv auf ein bestimmtes Segment oder bestimmte Segmente und Wurzeln beschränkt sind, wie das bei den „experimentellen" Methoden der Fall ist. Dennoch springt die Übereinstimmung der Form und Grenzen der Sensibilitätsstörungen bei den genannten Krankheitsprozessen mit den durch die experimentellen Methoden gewonnenen Grenzlinien der Dermatome nicht selten direkt in die Augen.

Die Störungen der Sensibilität, welche wir bei Durchschneidung einer Anzahl hinterer Wurzeln beim Menschen auftreten sehen, bleiben in ihrer Extensität hinter dem Grenzumfang der entsprechenden Dermatome fast immer zurück. Die einzelnen Dermatome überlagern einander auch beim Menschen, wenn auch sicher nicht in dem Umfange, wie dies Sherrington für den Affen erwiesen hat. Bei Durchschneidung einer einzelnen hinteren Wurzel habe ich bisher niemals einen irgendwie greifbaren Sensibilitätsdefekt feststellen können.

Ballance hat über einen Fall, in dem die 8. Cervicalis allein reseziert wurde, berichtet, und es sollen dabei eigenartige Sensibilitätsstörungen, wie es scheint hauptsächlich Störungen der Temperaturempfindung, dauernd bestanden haben. Leider fehlen aber alle näheren Angaben über die Art und Ausdehnung der Sensibilitätsstörung. Head fand in 5 Fällen von chirurgischer Durchtrennung einer einzelnen hinteren Wurzel niemals Störungen der Berührungsempfindung; in den meisten dieser Fälle waren aber das Schmerzgefühl und die Temperaturempfindung nicht wesentlich gestört, nur in einigen bestand eine ganz geringe und unsichere Abstumpfung des Schmerzgefühls. Ein Fall von Chipault, in dem C_8 durchtrennt wurde, ist nicht verwertbar, weil vorher der Ulnaris durchschnitten worden war. Ein Fall von Horsley scheidet ebenfalls mangels eines genaueren Sensibilitätsbefundes aus. Während Sherrington beim Affen nach Durchschneidung einer Radix posterior keinen Sensibilitätsdefekt feststellen konnte, da sich die Dermatome mindestens um die Hälfte eines einzelnen Dermatoms überlagern, fanden Winkler und Rijnberg bei Durchschneidung einer einzelnen Wurzel beim Hunde manchmal in einer kleinen ventralen zipfelförmigen Zone Unempfindlichkeit, bei Durchschneidung von zwei aufeinanderfolgenden Wurzeln eine solche in zwei zungenförmigen Bezirken, deren einer von der ventralen, der andere von der dorsalen Mittellinie ausging, die sich aber beide nicht erreichten; und erst bei Durchschneidung von drei benachbarten Wurzeln wird das der mittleren entsprechende, den Körper bandförmig umziehende Dermatom anästhetisch. Ich habe derartige schmale, von der ventralen Mittellinie ausgehende zipfelförmige Zonen gestörter Sensibilität einige Male bei Wurzelerkrankungen (syphilitische Radiculitis) und sehr ausgesprochen in einem Falle von Granatsplitterverletzung des Rückenmarkes mit Durchtrennung der 9. Dorsalwurzel beobachtet. Die Störung betraf aber nur das Schmerzgefühl und die Temperaturempfindung. Aber dieser Fall wie auch die anderen erwähnten Beobachtungen von Wurzelerkrankung lassen sich nicht ohne weiteres einer experimentellen Wurzeldurchschneidung gleichsetzen.

Bei der Durchschneidung von zwei benachbarten Wurzeln habe ich mehrfach beim Menschen ausgesprochene und scharf abgegrenzte Sensibilitätsdefekte auf der Haut festgestellt ($C_4 + C_5$), ($D_1 + D_2$), ($D_3 + D_4$), ($S_1 + S_2$).

Ich verfüge allerdings auch über eine Beobachtung, in welcher die Durchschneidung der hinteren L_2 und L_3 nicht den geringsten Sensibilitätsdefekt hinterlassen hat. Der Fall ist besonders deshalb bemerkenswert, weil er ein höchst interessantes Licht auf die vikariierenden Leistungen der Nachbarwurzeln bei Durchtrennung einer oder zweier hinteren Wurzeln wirft.

Es handelt sich um einen daumengroßen Tumor der Cauda equina, der von der 2. und 3. hinteren Lumbalis ausging und die ganze Cauda equina komprimierte Vor der Operation bestand totale Lähmung beider Beine mit Areflexie,



Abb. 31 a.

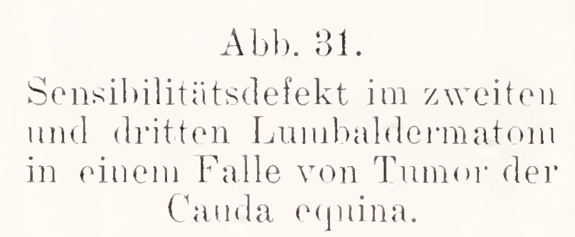


Abb. 31.
Sensibilitätsdefekt im zweiten und dritten Lumbaldermatom in einem Falle von Tumor der Cauda equina.



Abb. 31 b.

totale Blasen- und Mastdarmlähmung und eine Aufhebung aller sensiblen Qualitäten der Haut im Bereiche der 2. und 3. Lumbalzone (s. Abb. 31). Bei der Operation mußten zum Zwecke der Entfernung des Tumors die hintere 2. und 3. Lumbalis, von denen der Tumor ausging und die er völlig plattgedrückt hatte, reseziert werden. Die Druckerscheinungen, welche der Tumor hervorgerufen hatte, gingen im übrigen rasch zurück, die Lähmung der Beine, der Blase und des Mastdarmes schwand sehr bald vollkommen und Hand in Hand damit schwanden auch die vor der Operation festgestellten Störungen der Sensibilität im Bereiche der 2. und 3. Lumbalzone restlos, trotz der Resektion der 2. und 3. Lendenwurzel. Das ist nur so zu erklären, daß in diesem Falle die Nachbarwurzeln L_1 und L_4 so stark an der Versorgung des 2. und 3. Lumbaldermatoms beteiligt waren, daß der Ausfall von L_2 und L_3 keinen Sensibilitätsdefekt hinterließ. Daß, im Gegensatz hierzu, vor der Operation, wo die 2. und 3. Lendenwurzel zwar völlig plattgedrückt waren, aber doch ihre Kontinuität nicht eingebüßt hatten, im Bereiche des 2. und 3. Lumbaldermatoms eine völlige Anästhesie der Haut bestand, können wir nur auf Grund folgender Überlegung verstehen. Die Wurzeln

L_1 und L_4 haben vorher ihre Funktion nur insoweit erfüllt, als sie die afferenten Impulse, welche aus dem 1. und 4. Lumbaldermatom stammten, ungestört zentralwärts geleitet haben, aber in ihrer Funktion versagt, soweit es sich um die Weiterleitung der aus den benachbarten Dermatomen L_2 und L_3 stammenden Impulse handelte. Wir müssen annehmen, daß die erstere Funktion, die Hauptfunktion der Wurzel, krankmachenden Noxen gegenüber eine größere Widerstandskraft besitzt als die zweite Funktion, die wir als Hilfsfunktion bezeichnen können. L_1 und L_4, die durch den Druck des Tumors partiell geschädigt waren, hatten ihre Hauptfunktion bewahrt, ihre Hilfsfunktion aber eingebüßt, so daß es zu einem Verlust der Sensibilität im 2. und 3. Lumbaldermatom gekommen war, da die 2. und 3. Lendenwurzel durch den Tumor in ihrer Leitung völlig unterbrochen waren. Erst nachdem der auf den Wurzeln L_1 und L_4 lastende Druck durch die Entfernung des Tumors behoben war und sie ihre normale Leitfähigkeit in vollem Umfange wiedererlangt hatten, konnten sie auch ihrer Hilfsfunktion wieder gerecht werden.

Der Fall lehrt, daß wir bei der Frage des Umfanges der Sensibilitätstörung, welche der Exzision bestimmter hinterer Wurzeln folgt, niemals den jeweiligen Grad der Funktionstüchtigkeit der Nachbarwurzeln aus dem Auge verlieren dürfen. Dieser Gesichtspunkt erklärt zahlreiche individuelle Differenzen, die bezüglich des Umfanges der Sensibilitätsstörung bei Wurzeldurchschneidungen zutage treten.

Unter meinem an die hundert Wurzeldurchschneidungen umfassenden Material habe ich nur in einem einzigen Falle von Tabes, in dem ich drei benachbarte Wurzeln, L_4, L_5—S_1, durchtrennt habe, nicht den geringsten Sensibilitätsdefekt der Haut ernieren können. Ich habe schon 1911 und 1912 darauf hingewiesen, daß möglicherweise im Bereiche der unteren Lenden- und Sacralwurzeln eine breitere Überlagerung vorkommt als im Bereiche der oberen Lenden- und Thoracalwurzeln. Aber die Angaben von Clark und Taylor und von Hildebrandt, welche selbst nach der Durchschneidung von 4—5 benachbarten hinteren Lumbo-Sacralwurzeln überhaupt keinen Sensibilitätsdefekt festgestellt haben wollen, erschienen mir doch auffällig, und ich kann mich des Verdachtes nicht erwehren, daß in diesen Fällen eine minutiöse Prüfung der Sensibilität, welche insbesondere der Unterscheidung von Haut- und Tiefensensibilität Rechnung getragen hat, nicht stattgefunden hat.

Die mir von W. Lehmann-Göttingen unterstellte Behauptung, ich hätte bei Durchschneidung von 4 oder 5 Lumbalwurzeln und den obersten Sacralwurzeln manchmal nur einen ganz kleinen empfindungslosen Bezirk an der Tibia beobachtet, widerspricht den Tatsachen, trotz des besonderen Appells, den Herr Lehmann an die Objektivität des Lesers richtet, wovon sich jeder überzeugen kann, der meine Angaben sorgfältiger liest als Herr Lehmann.

Höchst bemerkenswert ist der Umstand, daß, wenn man von einer Reihe benachbarter Wurzeln — ich habe das an allen 5 Lenden- und

den obersten 2 Sacralwurzeln ausgeführt — nur einen Teil jeder hinteren Wurzel reseziert, überhaupt kein Sensibilitätsausfall der Haut festzustellen ist.

Das deckt sich völlig mit den von Winkler und Rijnberg erhobenen Befunden beim Tier. Ja, die genannten Autoren haben gezeigt und Dusser de Barenne hat es bestätigt, daß wenn man mittels der Sherrington'schen Methode der residual sensibility die Grenzen eines Dermatoms bestimmt hat und nun von der einzigen erhaltenen Wurzel der Reihe nach alle Filamenta radicularia durchschneidet und nur ein einzelnes stehen läßt, dann doch das ganze Dermatom in nahezu voller Ausdehnung seine Sensibilität bewahrt. Das ganze Dermatom ist also im einzelnen Filamentum radiculare sozusagen vertreten. Ich habe mehrfach zum Zwecke der Beseitigung spastischer Paraplegien statt der Resektion der Wurzeln im Bereiche der Cauda equina an ihrer Austrittsstelle aus dem Duralsack die Durchschneidung der Wurzeln an ihrem Ursprung aus dem Lumbosacralmark vorgenommen, in der Weise, daß ich ein Filamentum resezierte, das nächste stehen ließ und so fort. Im ganzen habe ich etwa $^2/_3$ aller Filamente reseziert, $^1/_3$ stehen lassen. Ich habe danach nicht den geringsten greifbaren Sensibilitätsdefekt beobachtet.

Vergleicht man die Störungen der einzelnen Sensibilitätsqualitäten, welche der Durchtrennung einer Anzahl hinterer Wurzeln folgen, bezüglich ihrer Ausdehnung miteinander, so zeigt im allgemeinen die taktile Anästhesie eine geringere Ausdehnung als die Analgesie und die Thermanästhesie. Die einzelnen Wurzelgebiete überlagern also einander in Bezug auf die Berührungsempfindung in stärkerem Maße als in bezug auf das Schmerzgefühl und die thermische Sensibilität. Das geht aus der Betrachtung der Abb. 10—22 klar hervor. Diese Feststellung deckt sich völlig mit den tierexperimentellen Ergebnissen Sherrington's, der die Tastdermatome größer fand als die Schmerzdermatome. Wir stoßen also bei Wurzeldurchschneidungen bezüglich der Topik und Ausdehnung der Störungen der einzelnen Sensibilitätsqualitäten auf ein Verhalten, das gerade umgekehrt ist wie das bei Unterbrechung peripherer Nervenstämme, bei denen fast stets die Analgesie die geringste Ausdehnung zeigt.

Bemerkenswert ist ferner die Tatsache, daß bei diffuser Schädigung einer Reihe hinterer Wurzeln, bei denen keine völlige Leitungsunterbrechung besteht, manchmal die Berührungsempfindung überhaupt nicht gestört ist, sondern nur eine Analgesie und Thermanästhesie, und zwar in derselben Ausdehnung wie bei anatomischer Totaltrennung der betreffenden Wurzeln, festgestellt wird, also eine Dissoziation der Sensibilitätsstörung besteht, die man im allgemeinen für eine reine Läsion der Hinterhörner als charakteristisch ansieht.

Aus alledem geht hervor, daß die einzelnen Wurzeldermatome der Haut, bezüglich der Berührungsempfindung einander in stärkerem Maße

überlagern, als in bezug auf das Schmerzgefühl und die Temperaturempfindung und daß die innerhalb der einzelnen Wurzeln verlaufenden Fasern, welche der Leitung taktiler Impulse dienen, pathologischen Noxen gegenüber resistenter sind als die dem Schmerzgefühl und der Temperaturempfindung dienenden Fasern. Damit steht in vollem Einklang die Beobachtung, daß bei der Regeneration hinterer Wurzeln die Berührungsempfindung sich rascher und in ausgedehnterem Maße wiederherstellt, als das Schmerzgefühl und die thermische Sensibilität. Es besteht also bei Wurzelläsionen in jeder Beziehung das umgekehrte Verhalten von demjenigen, welches für die Läsionen der peripheren Nerven bezeichnend ist.

Nicht alle der Hautsensibilität dienenden afferenten Fasern passieren die hinteren Wurzeln. Ich habe bereits im Januar 1920 über einen Fall berichtet, in dem ich wegen Torticollis spasticus die hintere C_1—C_4 und die vordere C_2 und C_3 durchtrennt habe, und in dem ich einige Zeit danach durch elektrische Reizung der freigelegten Nn. occipitalis minor, auricularis magnus und cutaneus colli ausgesprochenen Schmerz hervorrufen konnte, der bei Reizung des Occipitalis minor hinter das Ohr, bei Reizung des Auricularis magnus in das Ohrläppchen und den Kieferwinkel, bei Reizung des Cutaneus colli etwas seitlich neben den Larynx lokalisiert wurde. Ich habe dieses Experiment noch in einem andern Falle von Torticollis, in dem ich die hintere C_1—C_5 und die vordere C_1—C_3 reseziert hatte, wiederholt und dasselbe Ergebnis erzielt. In einem Falle, in dem ich die hintere L_2, L_3, L_5, S_1 und S_2 reseziert hatte, habe ich bei Reizung des tiefen Teiles des N. tibialis, welcher die Fußsohle mit sensiblen Fasern versorgt, einen stechenden Schmerz in der Planta pedis hervorgerufen. Aus diesen Experimenten geht klar hervor, daß ein Teil der cutanen sensiblen Fasern nicht über die hinteren Wurzeln ins Rückenmark eintritt. Ich habe den Schluß gezogen, daß für diese Zuleitung afferenter Reize zum Rückenmark die vorderen Wurzeln als Hilfsbahn in Betracht kommen. Allerdings ist dieser Schluß nicht absolut bindend. Wir werden später sehen, daß wir höchst wahrscheinlich auch noch mit einer Schmerzleitung rechnen müssen, welche mit den Gefäßen zieht und durch den Plexus subclavius oder Plexus aorticus in den Grenzstrang des Sympathicus gelangt oder welche in den peripheren Nerven verläuft, durch die Rami communicantes grisei den Grenzstrang erreicht und von diesem ins Rückenmark gelangt. Angesichts der Tatsache, daß in den beiden von mir oben erwähnten Fällen außer den hinteren Wurzeln C_2—C_4 bzw. C_2—C_5 auch noch die vorderen $C_2 + C_3$ bzw. $C_1 + C_2 + C_3$ reseziert waren, werden wir meines Erachtens sogar mit dieser sympathischen Leitung stark rechnen müssen, da in beiden Fällen

die Vorderwurzelleitung nur in mehr oder weniger beschränktem Umfange zur Verfügung stand. Aber selbst zugegeben, daß tatsächlich Fasern der Hautsensibilität durch die vorderen Wurzeln passieren, so kann diese Quote nur äußerst gering sein. Denn in meinen Fällen war die Haut im Bereiche der Sensibilitätsstörung für Stechen und Schneiden völlig gefühllos. Ich konnte in den beiden erwähnten Fällen die Haut ohne jede Lokalanästhesie mit dem Skalpell durchtrennen, ohne daß auch nur eine Spur von Schmerz aufgetreten wäre. Aber in dem einen der Fälle erwies sich schon das Aufladen des Auricularis magnus und Cutaneus colli auf ein Schielhäkchen als deutlich schmerzhaft, vollends wie schon oben bemerkt die elektrische Reizung dieser Nerven.

Die Schmerzleitung der tiefen Teile unseres Körpers erfolgt sicher auch zum Teile durch die hintern Wurzeln. Nach Durchtrennung einer Anzahl hinterer Wurzeln fand ich in den entsprechenden Körperteilen den Tiefenschmerz manchmal ganz aufgehoben, und fast immer herabgesetzt. Desgleichen zeigte die Druckempfindung durchweg eine beträchtliche Erhöhung der Reizschwelle. In einem Falle, in dem ich die hintere 6. bis 10. Dorsalwurzel durchtrennt habe, wurde im anästhetischen Gürtel erst eine Belastung von 450 g bis 1 kg (die Belastungsfläche betrug 1 qcm) gerade empfunden, die Lokalisation eines Druckreizes und die räumliche Diskriminierung zweier gleichzeitig gesetzter räumlich getrennter Druckreize war beträchtlich geschädigt. Druckschmerz war für gewöhnlich gar nicht oder nur in sehr geringem Grade auszulösen. Aber zu bestimmten Zeiten, wenn der Kranke eine gastrische Krise hatte (die Operation war wegen gastrischer Krisen ausgeführt worden), bestand ausgesprochener Druckschmerz und löste das Einbohren einer Nadel in die Tiefe heftigen Schmerz von ausgesprochen hyperpathischem Charakter aus.

In einem anderen Falle, in dem ich ebenfalls wegen gastrischer Krisen die 6. bis 10. hintere Dorsalwurzel durchtrennt habe, wurde im Bereiche des anästhetischen Gürtels erst eine Belastung von 5—6 kg (Belastungsfläche 1 qcm) gerade empfunden. Die räumliche Wertung der Druckreize war auch hier schwer alteriert. Tiefenschmerz war für gewöhnlich durch keinen Reiz auszulösen, nur zu Zeiten, wenn Patient eine Krise hatte, rief starker Druck einer Rippe oder tiefes Einbohren einer Nadel, deutlichen Tiefenschmerz hervor.

In zwei Fällen, in denen ich L_2, L_3, L_5, S_1 und S_2 reseziert habe, war in den den anästhetischen Hautgebieten entsprechenden Bezirken — am besten prüfbar an der kleinen Zehe — die Druckempfindung zwar stark herabgesetzt, aber nicht aufgehoben. Starker Druck sowie tiefes

Einstechen einer Nadel löste lebhaften hyperpathischen Schmerz aus. Aus diesen Beobachtungen, die ich durch zahlreiche andere ergänzen kann, geht hervor, daß bei Durchschneidung einer Anzahl hinterer Wurzeln die Tiefensensibilität, in specie der Druckschmerz zwar herabgesetzt aber zumeist nicht völlig aufgehoben ist. Ich betone ausdrücklich, daß der Grad, in welchem nach der Durchschneidung hinterer Wurzeln die Tiefensensibilität erhalten bleibt, individuell äußerst verschieden ist, ja bei einem und demselben Individuum zu verschiedenen Zeiten beträchtlich variiert. Ich habe in einzelnen Fällen nach der Durchschneidung hinterer Wurzeln einen völligen Verlust der Tiefensensibilität festgestellt. Analoge Beobachtungen hat besonders auch Shawe sowohl beim Menschen wie bei Tieren gemacht. Mit diesen Ergebnissen, die insoweit nichts Neues sind, als die Tatsache, daß nach Durchschneidung einer größeren Zahl benachbarter hinterer Rückenmarkswurzeln die Sensibilität sehr oft nicht völlig erloschen ist, oder nach anfänglichem Verluste später wiederkehrt, schon von dem ersten Forscher, der überhaupt hintere Rückenmarkswurzeln durchtrennt hat, Sir William Bennett (24. Dezember 1888) und seitdem immer wieder festgestellt worden ist, stehen die Erfahrungen im Einklang, die bei der zum Zwecke der Beseitigung von Schmerzzuständen vorgenommenen Resektion hinterer Rückenmarkswurzeln bezüglich der Beeinflussung des Schmerzes gemacht worden sind. 1911 hat Groves an der Hand der in der Literatur bis dato veröffentlichten und einiger eigener Fälle (zusammen waren es 24 Fälle) darauf hingewiesen, daß in etwa 75% der Fälle der Schmerz nach der Resektion hinterer Wurzeln fortbestand. 1912 konnte ich 44 Fälle, in denen wegen Schmerzen hintere Rückenmarkswurzeln reseziert worden waren, zusammenstellen. Nur in 12 dieser Fälle war eine dauernde Beseitigung der Schmerzen zu verzeichnen. Seitdem ist die gleiche Erfahrung von zahlreichen Autoren und auch von mir selbst immer wieder gemacht worden (Barling, Thorburn, Thomson, Lehmann-Breslau, Wolf, W. Lehmann-Göttingen, Shawe u. a.).

Die Tatsache, daß nach der Rhizotomia posterior die Sensibilität, vor allem die Tiefensensibilität, oft in einem individuell verschiedenen Ausmaße erhalten bleibt und daß trotz Durchschneidung aller ein Glied oder einen bestimmten Körperteil versorgenden hinteren Wurzeln doch algophore in der Peripherie angreifende Reize sich oft noch durchsetzen und Schmerz erzeugen, spricht mit Entschiedenheit dafür, daß für die Leitung von sensiblen Erregungen und Schmerzreizen außer den hinteren Wurzeln noch eine akzessorische Hilfsbahn zur Verfügung steht, die im Falle der Unterbrechung der durch die hinteren Wurzeln gebildeten Hauptbahn in einem indi-

viduell wechselnden Grade und offenbar auch in verschiedenem Ausmaße eintritt. Die Frage, ob afferente Bahnen außer durch die hintere auch durch die vordere Wurzel ins Rückenmark eintreten, ist fast so alt wie das Bell-Magendie'sche Gesetz selbst. Schon Magendie selbst hat in diesem Punkte einen wechselnden Standpunkt vertreten. Claude Bernard hat bekanntlich gelehrt, daß die sensiblen Nervenfasern der Pia mater spinalis durch die vorderen Wurzeln passieren, sie sollen ihr trophisches Zentrum in den Spinalganglienzellen haben, deren zentraler Fortsatz durch die hinteren Wurzeln ins Rückenmark eintritt. Die sogenannte Sensibilité récurrente hat aber mit der Frage, die uns hier beschäftigt, nichts zu tun. Vielmehr handelt es sich hier darum, ob die vorderen Wurzeln auch afferente Fasern der Extremitäten und des Rumpfes enthalten. Für diese Auffassung sind eine Reihe von Autoren immer wieder mit mehr oder weniger Nachdruck eingetreten, besonders Kidd 1911, Lehmann-Breslau 1920, O. Förster 1920, Lehmann-Göttingen 1920, Shawe 1922.

Ich habe meinen Standpunkt im Jahre 1924 folgendermaßen formuliert: Sowohl hintere wie vordere Wurzeln führen afferente Bahnen. Die hinteren Wurzeln stellen das sensible Hauptsystem dar, ihr Ausfall erzeugt, wenn eine genügende Zahl von Wurzeln durchtrennt ist, stets Sensibilitätsdefekte. Die vorderen Wurzeln stellen nur eine Hilfsbahn für die Sensibilität dar, deren isolierte Unterbrechung niemals greifbare Sensibilitätsdefekte im Gefolge hat, die aber bei Unterbrechung der Hauptbahn, der hinteren Wurzeln, in einem individuell verschiedenen Grade den durch die Zerstörung der hinteren Wurzeln bedingten Sensibilitätsausfall decken und ausgleichen können. Die vikariierende Leistung der vorderen Wurzeln kommt vornehmlich der Tiefensensibilität zugute. Aber es passieren wahrscheinlich auch kutane Nervenfasern durch die vorderen Wurzeln.

Den strikten Beweis, daß die vorderen Wurzeln auch beim Menschen tatsächlich afferente und zwar schmerzleitende Fasern enthalten, habe ich dadurch erbracht, daß ich zahlreiche Male festgestellt habe, daß bei elektrischer Reizung des zentralen Stumpfes einer durchschnittenen vorderen Wurzel heftiger Schmerz auftritt, der von der betreffenden Versuchsperson genau in die der betreffenden Wurzel zugehörige Segmentalzone lokalisiert wird. Dieser Effekt konnte auch in Fällen erzielt werden, in denen einige Zeit vorher die hinteren Wurzeln durchschnitten und degeneriert waren. Besonders interessant erscheint mir die Tatsache, daß die Stärke des Schmerzes, der bei Reizung des zentralen Stumpfes einer durchschnittenen vorderen Wurzel auftritt, individuell sehr verschieden ist. In dem ersten der von mir weiter oben mitgeteilten Fälle von Durch-

schneidung der hinteren 6.—10. Dorsalwurzel löste die Reizung der 8. vorderen Thoracalwurzel wahnsinnigen Schmerz aus, in dem zweiten analogen Falle trat nur ein kaum schmerzhaftes unangenehmes Gefühl auf. In dem ersteren Falle erwies sich nach der Durchschneidung der hinteren Wurzeln die Tiefensensibilität relativ wenig, im zweiten sehr stark geschädigt. Also auch das Reizexperiment lehrt, daß die Quote an afferenten Bahnen, welche die vordere Wurzel passieren, individuell sehr verschieden groß ist.

Am eingehendsten haben sich Shawe und W. Lehmann-Göttingen mit der Frage der Leitung der Sensibilität durch die vorderen Wurzeln beschäftigt. Die Ergebnisse, zu denen W. Lehmann gelangt ist, gipfeln in dem Satze, daß die Hautsensibilität und die Bewegungsempfindung durch die hinteren Wurzeln, die Druckempfindung und der Druckschmerz durch die vorderen Wurzeln geleitet werden sollen. In dieser Fassung ist nun die Lehmann'sche These unhaltbar, denn erstens bleibt, wie schon betont, nach Durchschneidung der hinteren Wurzeln die Druckempfindung und der Druckschmerz keineswegs in vollem Maße erhalten, sondern sie sind oft beträchtlich herabgesetzt, manchmal sogar ganz erloschen. Ich persönlich kenne bisher noch keinen Fall, in dem sie nicht wenigstens eine beträchtliche Erhöhung der Reizschwelle erfahren hätten. Zweitens aber, und das ist das wichtigste Argument gegen die Lehmann'sche These, hat isolierte Unterbrechung der vorderen Wurzeln überhaupt keinen nachweisbaren Defekt der Tiefensensibilität im Gefolge. Daraus geht schon mit Bestimmtheit hervor, daß die vorderen Wurzeln nur eine Hilfsbahn für die Sensibilität, keineswegs aber die ausschließliche Bahn, oder auch nur die Hauptbahn für bestimmte Sensibilitätsqualitäten, nämlich Druckempfindung und Tiefenschmerz, darstellen. Und wenn auch die durch die vorderen Wurzeln passierenden afferenten Bahnen in erster Linie der Tiefensensibilität zu dienen vermögen, so habe ich doch bereits weiter oben darauf hingewiesen, daß auch möglicherweise der Haut entstammende afferente Bahnen durch die vorderen Wurzeln passieren.

Wenn die Auffassung richtig ist, daß sensible Fasern durch die vorderen Wurzeln passieren und daß die nach Durchschneidung der hinteren Wurzeln restierende Sensibilität an diese Vorderwurzelfasern gebunden ist, dann muß gleichzeitige Durchschneidung der hinteren und vorderen Wurzeln eine völlige Anästhesie des betreffenden Gliedes oder Körperabschnittes zur Folge haben. Dafür gibt es in der Literatur auch eine Anzahl von Belegen. Shawe hat die Frage experimentell zu beweisen versucht, hat auch eine eigene klinische Beobachtung (einen Fall von Thorburn), der in diesem Sinne spricht, beigebracht. Er

macht ferner darauf aufmerksam, daß in diesem Falle Thorburn's sowie in einem Falle Kilvington's, in dem C_6, C_7, C_8, D_1 reseziert wurde eine völlige Beseitigung der vorher bestehenden Schmerzen erzielt wurde. Analoge Beobachtungen, in denen Durchtrennung der hinteren und der vorderen Wurzeln eine völlige Aufhebung der Haut- und Tiefensensibilität im Gefolge hatte, hat W. Lehmann mitgeteilt. Ich selbst habe in dem einen der oben zitierten Fälle, in dem die hinteren Wurzeln L_2, L_3, L_5, S_1, S_2 beiderseits reseziert wurden, auf der rechten Seite auch die vorderen S_1 und S_2 durchtrennt. Hier war an der fünften und vierten Zehe rechterseits auch alle Tiefensensibilität erloschen, im Gegensatz zur linken Seite, auf der starker Druck schmerzhaft war.

Es ist von Interesse, die Erfahrungen heranzuziehen, welche bei der Durchtrennung der sensiblen Trigeminuswurzel gemacht worden sind. Die Frage ist bei Tieren experimentell von Davis sehr genau bearbeitet worden. Auf Grund dieser tierexperimentellen Ergebnisse sowie auf Grund von 14 klinischen Fällen, bei denen wegen Trigeminusneuralgie die sensible Quintuswurzel durchtrennt war, stellt Davis fest, daß die Druckempfindung und der Druckschmerz nach diesem Eingriff in mehr oder weniger vollem Maße erhalten bleiben, daß also die Fasern der Tiefensensibilität des Gesichtes nicht durch die sensible Quintuswurzel passieren. Ich verfüge über eine Beobachtung von isolierter Durchtrennung der sensiblen Trigeminuswurzel; in diesem Falle fand ich Druckempfindung und Druckschmerz in der entsprechenden Gesichtshälfte zwar gegen die gesunde Seite merklich herabgesetzt, aber keineswegs erloschen. Die gleichen Erfahrungen sind aber auch bei Resektion der gesamten Quintuswurzel oder bei Exstirpation des Ganglion Gasseri von zahlreichen Autoren gemacht worden. Ivy und Johnson, Gérard, Hartmann sind der Meinung, daß die Fasern der Tiefensensibilität überhaupt nicht durch den Quintus passieren, andere (Maloney und Kennedy) fanden Druckempfindung und Druckschmerz herabgesetzt, aber keineswegs erloschen. Davies fand sie sehr stark beeinträchtigt, aber auch nicht völlig fehlend, Spiller stellte teils völliges Fehlen, teils eine Herabsetzung fest, Dana und Mills vertreten die Ansicht, daß die gesamte Tiefensensibilität des Gesichtes durch den Trigeminus passiert. Cushing fand an der Zunge die Tiefensensibilität im großen Ganzen erhalten, im Gesicht Druckempfindung und Druckschmerz erhalten, aber die Kontraktionsempfindung fehlend. In meinen eigenen Fällen von Exstirpation des Ganglion Gasseri oder Durchtrennung der gesamten Quintuswurzel konnte ich feststellen, daß die Tiefensensibilität zwar beeinträchtigt, aber keineswegs völlig erloschen war. Die Verhältnisse liegen also bei Durchschneidung der sensiblen Quintuswurzel, der ge-

samten Quintuswurzel und bei Exstirpation des Ganglion Gasseri ganz ähnlich wie bei Durchschneidung hinterer Rückenmarkswurzeln. Die Tiefensensibilität kann mehr oder weniger ganz fehlen, aber meist bleibt sie in einem individuell wechselnden Grade erhalten. Als Nebenbahn für die Tiefensensibilität des Gesichtes kommt außer den in der motorischen Trigeminuswurzel enthaltenen afferenten Fasern, die ja bei der Durchschneidung der gesamten Quintuswurzel bzw. bei der Exstirpation des Ganglion Gasseri mit durchtrennt werden, in erster Linie der Facialis in Betracht, der, wie besonders Davis gezeigt hat, sensible Fasern

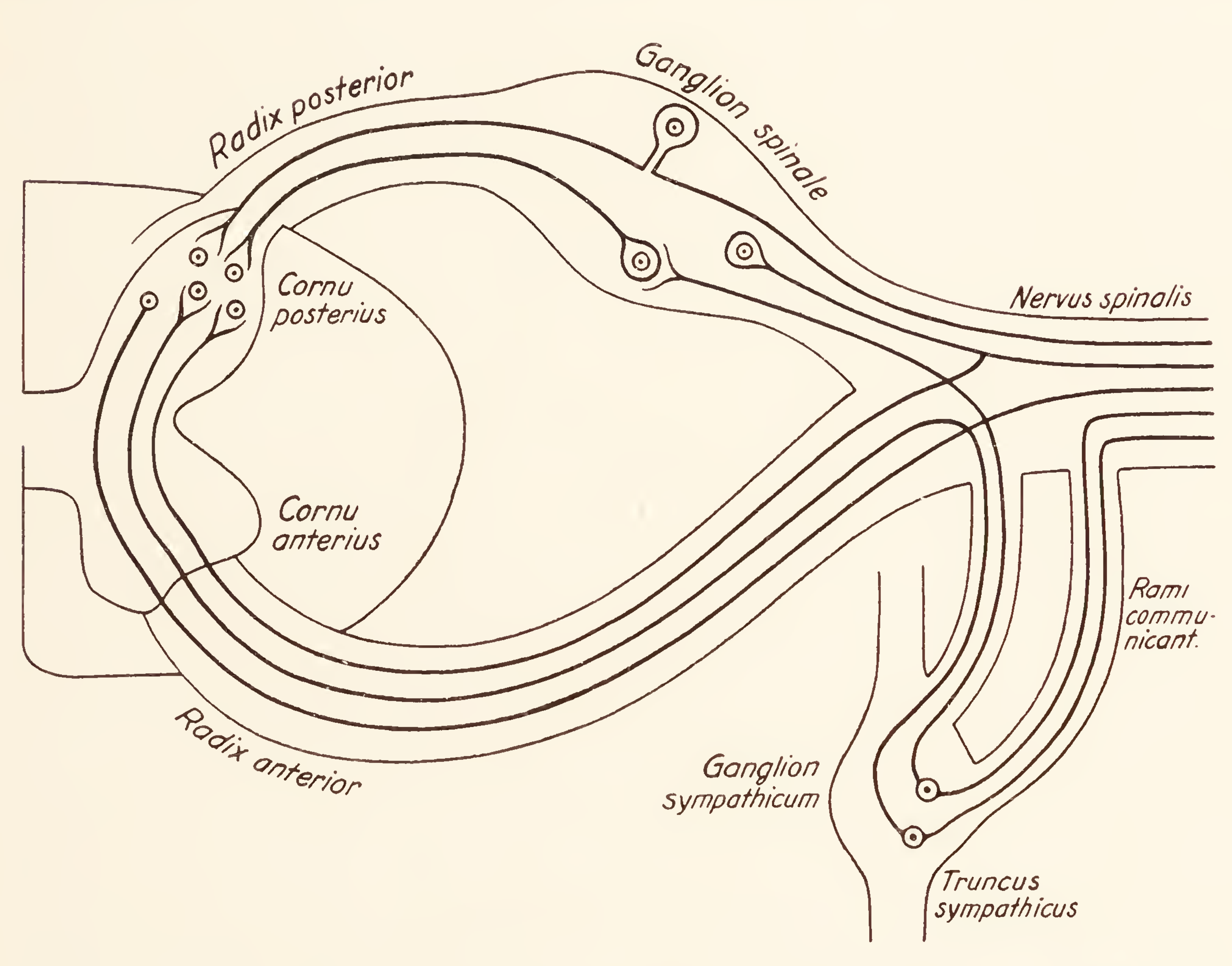


Abb. 32. Schematische Darstellung der Ursprungsmöglichkeiten der afferenten Fasern der vorderen Wurzeln.

führt. Ich habe bereits weiter oben darauf hingewiesen, daß auch beim Menschen Reizung des zentralen Stumpfes des am Foramen stylomastoideum durchtrennten Facialis lebhaften Schmerz verursacht. Bei gleichzeitiger Durchtrennung des Quintus und Facialis fand Davis Oberflächen- und Tiefensensibilität im Gesicht ganz erloschen. Bei gleichzeitiger Unterbrechung des Quintus und Hypoglossus fand ich in einem Falle den Druckschmerz der betreffenden Zungenhälfte völlig aufgehoben. Die Fasern der Tiefensensibilität der Zunge passieren also großenteils den Hypoglossus, was ich der gegenteiligen Behauptung

Maloney's und Kennedy's gegenüber hervorheben möchte. Reizung des zentralen Stumpfes des durchschnittenen Hypoglossus ist beim Menschen sehr schmerzhaft und Boeke hat den Nachweis geführt, daß der Hypoglossus zahlreiche sensible Nervenendigungen in der Zungenmuskulatur bildet, die nach seiner Durchschneidung degenerieren.

Das trophische Zentrum der afferenten Fasern des Facialis liegt nach der Ansicht der meisten Autoren und nach den Untersuchungen von Davis im Ganglion geniculi. Die in den übrigen Hirnnerven (III, IV, VI, XI, XII) nachgewiesenen afferenten Fasern haben nach der Ansicht Sherrington's ihr trophisches Zentrum in den vereinzelten, in den Verlauf dieser motorischen Hirnnerven eingestreut liegenden Ganglienzellen. Wo die in den vorderen Rückenmarkswurzeln enthaltenen afferenten Bahnen ihr trophisches Zentrum haben, ob in den Spinalganglien oder in den sympathischen Grenzstrangganglien, das ist noch völlig ungeklärt. In der Abb. 32 habe ich die in Betracht kommenden Möglichkeiten skizziert. Schiff hatte schon vor langer Zeit nach Durchschneidung der vorderen Wurzeln im zentralen Stumpf medullawärts degenerierende Fasern nachgewiesen. Shawe hat die Frage neuerdings noch einmal nachgeprüft, ohne aber zu bestimmten Ergebnissen zu gelangen. Meines Erachtens ist er bei seinen Untersuchungen von der einseitigen Auffassung ausgegangen, daß die durch die vorderen Wurzeln passierenden afferenten Bahnen im Rückenmark in den Hintersträngen verlaufen müßten; in letzteren konnte er keine degenerierenden Fasern mit Sicherheit nachweisen. Die Frage muß also erneut genau geprüft werden.

Es erhebt sich nunmehr die Frage, ob von den Extremitäten Schmerzbahnen noch auf einem anderen Wege als durch die hinteren und vorderen Wurzeln der betreffenden Extremität verlaufen. Ich habe in einem Falle von Schußverletzung der Cauda equina, bei dem die vorderen und hinteren Wurzeln des linken Beines in ihrer Gesamtheit auf das schwerste alteriert waren, eine völlige Lähmung und fast völlige Anästhesie des linken Beines und außerdem furchtbare Schmerzen im ganzen linken Bein bestanden, zunächst die Cauda freigelegt und einen linkerseits in dieselbe eingesprengten großen Knochensplitter aufgedeckt, der sich nur schwer auslösen ließ. Ich habe dann, da die Schmerzen fortbestanden, linkerseits sämtliche hinteren lumbosakralen Wurzeln von D_{12} — S_5 reseziert. Die Schmerzen wurden nur wenig gebessert. Darauf habe ich auch noch sämtliche vorderen Lumbosacralwurzeln (L_1—S_5) rezeziert. Auch hierdurch wurden die Schmerzen noch nicht ganz behoben und, was das Wichtigste ist, starkes Drücken des linken Beines wurde gespürt und löste sogar Schmerz von dumpfen diffusen Charakter aus. Als Leitungsbahn für diesen Rest von Sensibilität kommen entweder sympathische Fasern in Betracht, welche aus der Extremität stammen, in den peripheren Nerven derselben verlaufen, durch die lumbosacralen Rami communicantes grisei in den Grenzstrang eintreten, in diesem cranialwärts ziehen und durch thoracale Rami communicantes albi

sukzessive in thoracale Wurzeln und damit ins Rückenmark gelangen. Diese Möglichkeit ist in der linken Hälfte der Abb. 33 dargestellt. Oder es handelt sich um das bereits weiter oben beschriebene geschlossene periarterielle sensible Gefäßnetz, das mit der Femoralis, der Iliaca externa, der Iliaca communis und Aorta

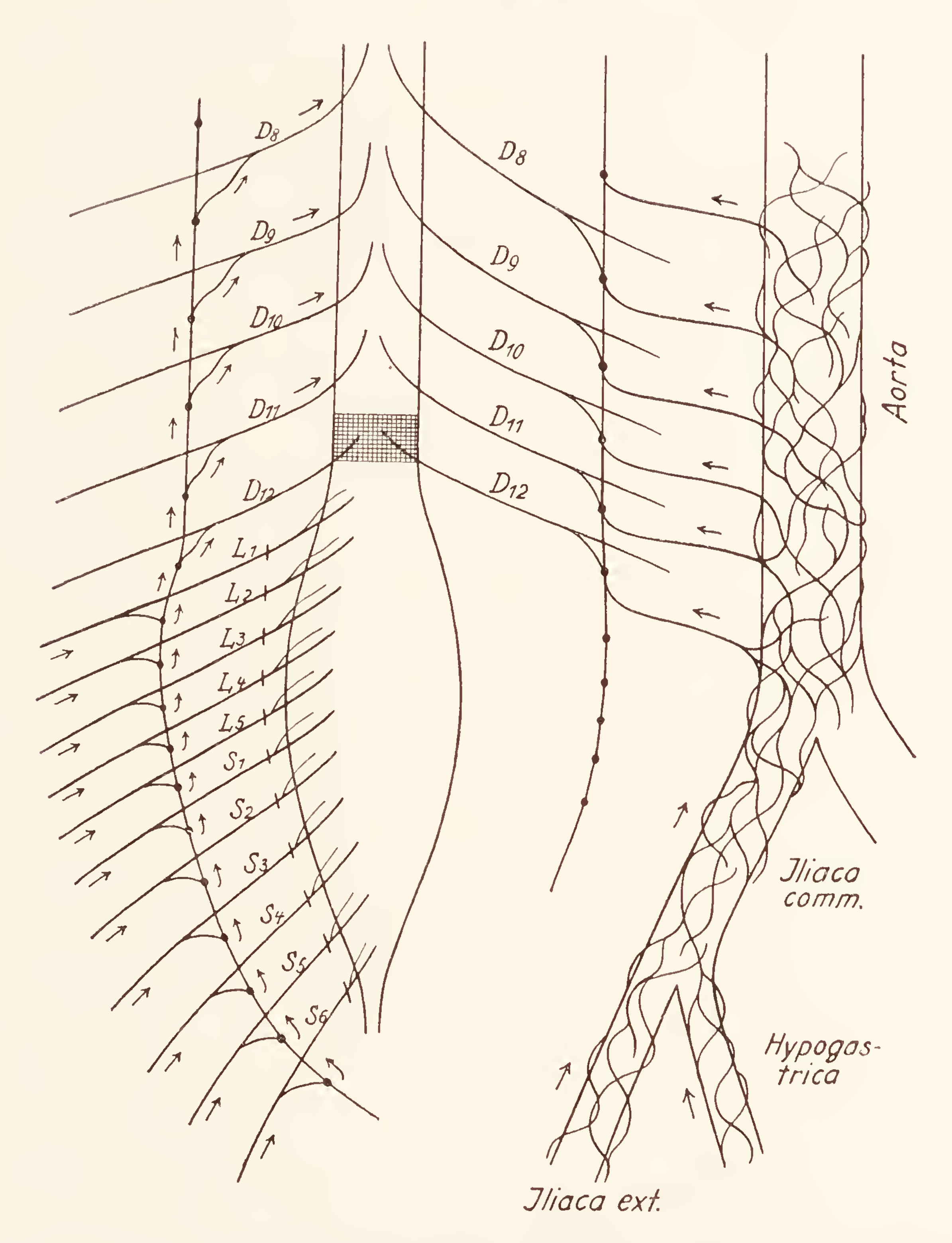


Abb. 33. Schematische Darstellung der extraradiculären Schmerzleitung der unteren Extremität durch die Rami communicantes und den Grenzstrang bzw. durch Plexus aorticus—Grenzstrang.

aufwärts zieht und mit dem Plexus aorticus direkt in den Grenzstrang und aus diesem in das Rückenmark gelangt. Diese Möglichkeit ist auf der rechten Seite der Abb. 33 dargestellt. Für das Fortbestehen der Schmerzen in unserem Falle kommt meines Erachtens nur die erstere der beiden skizzierten Möglichkeiten in Betracht. Irgendein irritativer Prozeß im Bereiche der linken unteren Extremität, der den Ausgangs-

punkt der Schmerzen hätte bilden können. war nicht vorhanden. Wohl aber war die Lendenwirbelsäule so stark affiziert, daß eine Verletzung der Spinalnerven an der Stelle, an der sie ihre Rami communicantes grisei bereits aufgenommen haben, ohne Bedenken angenommen werden kann. An diesen Spinalnerven griff also die irritative Noxe an, welche sich via Grenzstrang, Rami communicantes albi, thoracale Wurzeln zentralwärts auswirkte und so zur Fortdauer der Schmerzen Anlaß gab.

Shawe, dessen tierexperimentelle Untersuchungen über die Vorderwurzelleitung ich bereits weiter oben angeführt habe, fand bei Tieren, denen er das Rückenmark unterhalb der dritten Lendenwurzel durchtrennt hatte, Anästhesie und Analgesie der Beine. Analoges stellten erst kürzlich wieder Karplus und Kreidl fest. Auch beim Menschen ist die Totaltrennung des Rückenmarkes im Bereiche des ersten Lumbalsegmentes in der Regel mit einer absoluten Anästhesie der unteren Extremitäten für alle Qualitäten verbunden. Ich habe aber einen Fall beobachtet, in dem intra vitam starker Druck auf die Unterschenkel und Oberschenkel ein dumpfes, manchmal sogar schmerzhaftes Gefühl auslöste und bei dem ich zu meinem größten Erstaunen bei der Autopsie eine absolute Totaltrennung des Markes im unteren Bereich des 12. Thoracalsegmentes feststellte. Also auch in diesem Falle muß einer der beiden vorher skizzierten Nebenwege via Sympathicus—Grenzstrang—thoracale Wurzeln afferente Impulse geleitet haben.

In einem Falle von traumatischer Totaltrennung der hinteren und vorderen Cervicalis IV, V, VI, VII, VIII und Thoracalis I und II fand ich deutlich erhaltenen Tiefenschmerz an Hand und Vorderarm. Auch hier kommt entweder nur der Weg: Sympathische Fasern der Arm-Nervenstämme, Rami communicantes grisei von C_4—D_2, Grenzstrang, Rami communicantes albi von D_3, D_4, D_5 usw., Rückenmark, oder der Weg: periarterielles Geflecht via Subclavia, Grenzstrang, Rami communicantes albi der Dorsalwurzeln D_3, D_4, D_5, Rückenmark in Betracht. In einem Falle von Durchtrennung der hinteren und vorderen Dorsalis D_6—D_{10} fand ich Reste von Druckempfindung und Druckschmerz erhalten. Auch bestanden spontane Schmerzen nach der Operation fort. Besonders schmerzempfindlich waren die Intercostalräume.

Maloney und Kennedy fanden in einem Falle von Exstirpation des Ganglion Gasseri und gleichzeitiger Unterbrechung des Facialis den Druckschmerz im Gesicht nicht völlig aufgehoben und auch sie nehmen als Bahn für die Zuleitung des geringen erhaltenen Sensibilitätsrestes den Sympathicus in Anspruch. In Betracht kommen

da meines Erachtens nur die periarteriellen Geflechte der Kopfarterien und deren Fortsetzung entlang der Carotis und von dieser in den Grenzstrang.

In Parenthese möchte ich hier eines eigenen Falles gedenken, in dem ich das Ganglion Gasseri exstirpiert, den Halssympathicus durchschnitten und die periarterielle Sympathektomie der Carotis externa, interna und communis gemacht habe und in dem Druckempfindung und Druckschmerz zwar herabgesetzt, aber nicht erloschen waren, ein Beweis mehr, daß der Facialis afferente Bahnen der Tiefensensibilität des Kopfes führt.

Die Möglichkeit der Existenz einer solchen hier angezogenen extraradiculären Schmerzbahn via Sympathicus—Grenzstrang hat kürzlich auch Nicolesco erörtert, ohne aber einen Beweis zu erbringen; Für die Katze lehnen Karplus und Kreidl sie ausdrücklich ab. Aber meines Erachtens schließt die Art der von Karplus und Kreidl vorgenommenen Schmerzprüfung doch die oben genannte Möglichkeit nicht aus, da Tiefenreize und speziell Gefäßreize nicht zur Anwendung gekommen sind. Auch beim Menschen ist, das muß hervorgehoben werden, der angegebene Weg offenbar nur in einzelnen Fällen im Stande Schmerzreize ins Rückenmark zu leiten und ins Bewußtsein zu führen; er stellt offenbar nur eine individuelle in höchst verschiedenem Grade entwickelte Nebenleitung dar, die meist nicht gangbar ist oder wenigstens nicht ausreicht, um nach der totalen Ausschaltung sämtlicher vorderen und hinteren Wurzeln einer Extremität sensible Reize zentralwärts zu führen und Empfindungen oder Schmerz zustande kommen zu lassen. Andererseits läßt sich in vereinzelten Fällen das Persistieren eines gewissen Restes von Schmerzgefühl ohne eine solche Annahme schwer deuten.

Wir kommen zur Besprechung der radiculären Leitungsbahnen der Visceralsensibilität. W. Lehmann vertritt den Standpunkt, daß die afferenten Bahnen der Leibeshöhle ebenso wie die der Tiefensensibilität der Extremitäten nicht durch die hinteren, sondern durch die vorderen Wurzeln passieren. Durchschneidung der Radices posteriores soll beim Tier die Schmerzempfindlichkeit der inneren Organe nicht beeinflussen, dagegen soll diese nach Durchschneidung der vorderen Wurzeln aufgehoben sein. Besonders Fröhlich und Meyer haben gegen diese These Lehmann's Stellung genommen und die Beweisführung für ungenügend erachtet. Beim Menschen können für die Beurteilung dieser Frage bisher nur die Ergebnisse der Durchschneidung hinterer Wurzeln wegen gastrischer Krisen herangezogen werden. Und da liegen die Verhältnisse folgendermaßen. In einer gewissen Zahl von Fällen, besonders in solchen, in denen eine genügende Anzahl von hinteren Dorsalwurzeln (D_6—D_{10}, D_5—D_{12}) reseziert wurde, wurden die gastrischen

Krisen durch die Operation beseitigt. Das spricht für die von mir bereits 1902 und 1909 vertretene Auffassung, daß die hinteren Wurzeln afferente (sympathische) Magendarmfasern führen. Ich betone ausdrücklich, daß ich mehrfach bei der Operation bereits makroskopisch die schwere Erkrankung der betreffenden hinteren Wurzeln direkt feststellen und durch die mikroskopische Untersuchung erhärten konnte. Analoge Beobachtungen hat Dejerine gemacht. Ebenso wichtig ist aber auch, daß in zahlreichen Fällen von Magenkrisen durch Hinterwurzeldurchschneidung, selbst wenn dieselbe in breiter Ausdehnung vorgenommen wurde, die Krisen nicht oder nicht nennenswert beeinflußt worden sind, oder nach einem mehr oder weniger langen Intervall wiederkehrten. In einem Falle, in dem die Resektion der 6.—10. hinteren Dorsalis ohne Erfolg ausgeführt war, wurde später die doppelseitige subdiaphragmatische Vagotomie und daran anschließend die Gastro-enterostomie gemacht. Bei letzterer erwies sich der Magen selbst als exquisit schmerzempfindlich und die Krisen dauerten in unverminderter Stärke fort. Das spricht dafür, daß außer der Hinterwurzelleitung mindestens noch eine Nebenleitung für die Schmerzfasern des Magens existieren muß, und es liegt nahe, diese in den vorderen Wurzeln zu suchen. Ich habe in einem Fall die gleichzeitige Durchschneidung der 6.—10. hinteren und vorderen Thoracal-Wurzeln mit Erfolg ausgeführt, aber in einem anderen, in dem dieselben Wurzeln reseziert wurden, bestanden dennoch die schmerzhaften Magenkrisen unvermindert fort. Der letztere Fall beweist, daß jedenfalls die vorderen Wurzeln nicht den einzigen Weg für die Schmerzleitung des Magens darstellen, wie es Lehmann behauptet, sondern daß, außer den durchtrennten hinteren und Vorderwurzeln unter Umständen noch andere Wege zur Verfügung stehen. Diese können entweder in den höheren und tieferen Thorakalwurzeln oder auch im Vagus gesucht werden. Bekanntlich hat Exner für die gastrischen Krisen die doppelseitige subdiaphragmatische Vagotomie empfohlen. Ich habe dieselbe mehrere Male entweder nach voraufgegangener Hinterwurzel- oder nach vorangehender Hinter- und Vorderwurzeldurchschneidung ohne den geringsten Erfolg ausgeführt. Das beweist aber durchaus noch nicht, daß der Vagus nichts mit der Magensensibilität zu tun hat, denn der krankhafte Irritationsprozeß, der gewissen gastrischen Krisen zu Grunde liegt, ist nicht in der Peripherie im Magen selbst, auch nicht im peripheren Vagusstamm, sondern in der sensorischen Vaguswurzel zu suchen, und dieser Irritationsprozeß bleibt natürlich nach der peripheren Vagotomie unvermindert bestehen. Wenn man bei solchen Vaguskrisen rationell vorgehen will, so kommt meines Erachtens statt der subdiaphragmatischen Vagotomie nur die Resektion der sen-

siblen Vaguswurzel in Betracht, eine Operation, die auf meinen Vorschlag Küttner einmal ausgeführt hat; leider ging der Fall an Meningitis zugrunde.

Ich habe bereits 1911 und 1912 den Versuch gemacht, von der gewöhnlichen Form der gastrischen Krisen, welche auf einer krankhaften Irritation thoracaler Wurzeln beruhen, von mir Sympathicus- oder präziser Splanchnicuskrisen benannt, diejenige Form abzugrenzen, die auf einer Reizung der im Vagus verlaufenden afferenten Fasern des Magens, von mir Vaguskrisen benannt, zurückzuführen ist. Die erstere Form ist hauptsächlich durch Magenschmerzen und durch hyperpathische Zonen im Bereiche der Thoracalsegmente charakterisiert; die reinen Vaguskrisen verlaufen ohne Schmerzen, dagegen sind sie durch eine unüberwindliche Nausea gekennzeichnet, es fehlen die hyperpathischen Zonen am Rumpf, an ihrer Stelle finden wir solche am Kopf. Ich habe bisher keinen sicheren Beweis dafür finden können, daß der Vagus gerade Schmerzfasern des Magens führt, kann es aber auch nicht ausschließen.

Außer dem Vagus kommt nun möglicherweise noch der Phrenicus in Betracht. Dafür, daß er afferente Magenfasern führt, sprechen in erster Linie die bei Magenerkrankungen gelegentlich zu beobachtenden hyperpathischen Zonen in der 3. und 4. Cervicalzone. Es gibt auch gastrische Krisen, die höchst wahrscheinlich als Phrenicuskrisen aufzufassen sind (s. später S. 289). Die Durchschneidung der entsprechenden Wurzeln ist bei gastrischen Krisen bisher noch nie unternommen worden, und ein strikter Beweis dafür, daß der Phrenicus Schmerzfasern des Magens führt, liegt bisher ebensowenig wie für den Vagus vor.

Nun ist aber wie schon oben bemerkt auch noch an die Möglichkeit zu denken, daß Schmerzfasern des Magens in dem periarteriellen sympathischen Geflechte der Magengefäße verlaufen, in den Plexus aorticus und von diesem aus direkt in den Grenzstrang gelangen, von dem aus sie das Rückenmark möglicherweise in einer das gesamte Einstrahlungsgebiet des Sympathicus (C_8—L_3) umfassenden Ausdehnung erreichen. Diese Erwägungen sind nicht müßig, sie sollen dartun, wie kompliziert das Problem der radiculären Leitungsbahnen der Visceralsensibilität ist, und wie weit wir von seiner Lösung und Aufteilung in alle Komponenten tatsächlich noch entfernt sind.

Es erübrigt noch die Frage zu erörtern, wo die in den hinteren und vorderen Wurzeln des Thoracalmarkes verlaufenden Schmerzfasern des Magens und der anderen Abdominalorgane ihr trophisches Zentrum haben. Sicheres wissen wir darüber noch nicht. Folgende Möglichkeiten kommen in Betracht. Erstens — und das ist die besonders von Langley und Koelliker vertretene Auffassung — sind die afferenten Fasern der Intestina weiße markhaltige Splanchnicusfasern, die ohne Unterbrechung von der Peripherie durch das Ganglion solare, den Splanchnicus, den Grenzstrang, die Rami communicantes albi und die thoracalen Spinalnerven verlaufen, in den Spinalganglien ihr trophisches Zentrum haben und durch die hinteren Wurzeln ins Rückenmark eintreten (Abb. 34, 1). Oder zweitens

handelt es sich um graue Splanchnicusfasern, die ihr trophisches Zentrum im Ganglion coeliacum oder in einem Grenzstrangganglion haben, deren zentraler Fortsatz durch den Ramus communicans albus in den Spinalnerven eintritt und sich im Spinalganglion korbartig um dort gelegene Ganglienzellen aufsplittert, deren Neurit sich seinerseits zentralwärts durch die hinteren Wurzeln ins Rückenmark wendet (2). Dabei sind zwei Untermöglichkeiten gegeben. Entweder splittert

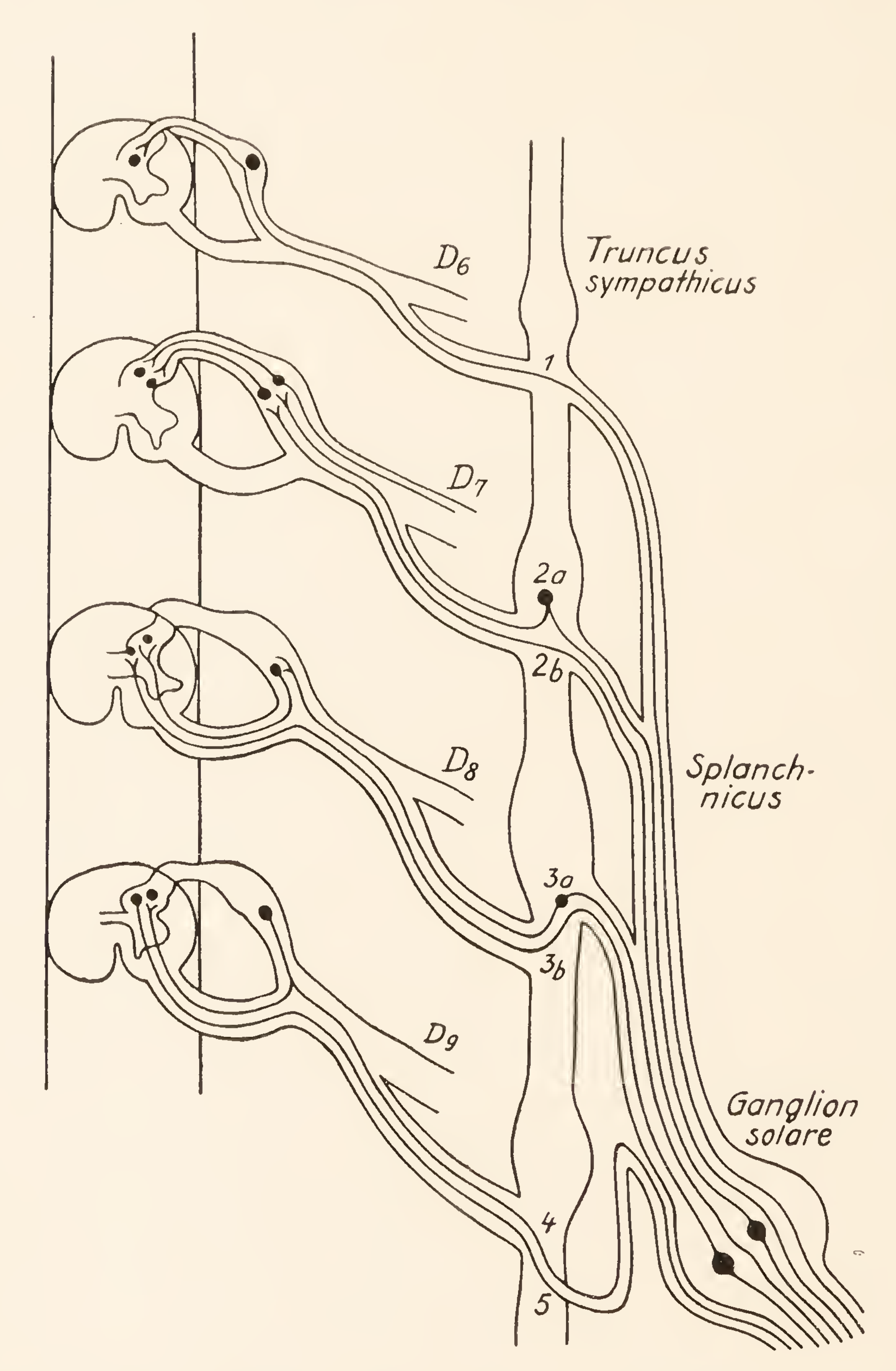


Abb. 34. Schematische Darstellung der verschiedenen Möglichkeiten des Verlaufes afferenter Visceralbahnen durch die hinteren und vorderen Rückenmarkswurzeln.

sich die sympathische Faser um eine besondere Ganglienzelle auf, die nur einen zentralen Fortsatz besitzt und denselben in die hintere Wurzel entsendet (2b). Solche Zellen sind histologisch erwiesen. Oder die sympathische Faser tritt in Beziehung zu einer Ganglienzelle, die einen peripheren Fortsatz zur Haut und den subcutanen Geweben entsendet und ihren zentralen Fortsatz in die hintere Wurzel schickt (2a). Drittens kommen graue Splanchnicusfasern in Betracht, deren trophisches Zentrum im Ganglion solare oder im Grenzstrangganglion gelegen

ist, deren zentraler Fortsatz durch den Ramus communicans albus in den Spinalnerven eintritt und an einer Ganglienzelle des Spinalganglions endet, deren zentraler Neurit durch die vorderen Wurzeln in das Rückenmark eintritt (3a). Die genannten grauen Splanchnicusfasern können aber auch direkt, ohne eine Beziehung zu Ganglienzellen der Spinalganglien zu gewinnen, durch die vorderen Wurzeln in das Rückenmark gelangen (3b). Bezüglich der durch die vorderen Wurzeln das Rückenmark erreichenden visceralen Fasern besteht aber auch die Möglichkeit, daß weiße Splanchnicusfasern ohne Unterbrechung von der Peripherie bis zu ihrem trophischen Zentrum in einer Spinalganglienzelle verlaufen, und daß letztere einen zentralen Fortsatz durch die vordere Wurzel ins Rückenmark sendet (4). Oder aber die durch die vorderen Wurzeln passierenden afferent leitenden Fasern haben ihr trophisches Zentrum im Rückenmark selbst (5), eine Annahme zu der Shawe offenbar neigt. Er weist darauf hin, daß die Radix mesencephalica trigemini, welche die afferenten propriozeptiven Fasern der Kaumuskulatur führe (Kidd, Willems, Allen), ihre trophischen Ursprungszellen im Locus coeruleus und Tect. mesencephali haben sollen. Über die Skizzierung aller dieser Möglichkeiten kommen wir vorläufig nicht hinaus.

Wir haben jetzt noch zu erörtern, durch welche spinalen Wurzeln die afferenten Bahnen der einzelnen inneren Organe passieren. Unsere diesbezüglichen Kenntnisse gründen sich einmal auf die Studien Head's über die Störungen der Sensibilität bei Visceralerkrankungen. Head hat gezeigt, wovon im nächsten Kapitel noch ausführlich die Rede sein wird, daß es bei der Erkrankung innerer Organe sehr oft zu einer Hyperalgesie bzw. Hyperpathie in bestimmten Dermatomen der Körperoberfläche kommt. Bei der Erkrankung eines bestimmten Organs sind ganz bestimmte Dermatome befallen und zwar, wie Head annimmt und mit zahlreichen Argumenten belegt, die Dermatome, welche denjenigen Rückenmarkswurzeln entsprechen, welche die afferenten Fasern des erkrankten Organs führen. Die Erklärung für des Zustandekommen der hyperalgetischen Hautzonen bei inneren Erkrankungen wird erst im folgenden Kapitel gegeben werden können. Hier sollen nur die Untersuchungsergebnisse Head's über die radiculäre Versorgung der einzelnen inneren Organe mitgeteilt werden. Die sympathischen afferenten Visceralfasern passieren, wie schon früher bemerkt, nach Head durch die zwölf Thoracal- und die erste und zweite Lendenwurzel. Die dritte Lendenwurzel führt nach Head keine visceralen afferenten Fasern. Für die parasympathischen Pelvici nimmt Head das Gebiet von L_5—S_4 in Anspruch, es sei aber schon hier bemerkt, daß wohl L_5 und auch S_1 keine oder in höchst spärlichen Grade afferente Visceralfasern enthalten dürften, in Betracht kommen in erster Linie S_3—S_4, zum Teil wohl auch S_2 und S_5.

Die afferenten Phrenicusfasern der inneren Organe treten durch die dritte und vierte Cervicalis ins Mark ein, doch hat auch C_5 daran einen gewissen Anteil.

Die afferenten Vagusfasern treten alle durch die Vaguswurzel in die Oblongata. Die hyperalgetischen Hautzonen, welche durch eine Irritation der visceralen Vaguselemente entstehen, betreffen das Trigeminusgebiet und das zweite Cervicaldermatom.

Die in der folgenden Tabelle enthaltenen Head'schen Angaben werden in manchen Einzelheiten einer Korrektur und Ergänzung bedürfen. Die Methode, mit der die Ergebnisse erzielt sind, leidet an gewissen Fehlerquellen. Doch ist der von Head beschrittene Weg der erste systematisch durchgeführte Versuch einer Bestimmung der radikulären Versorgung der einzelnen inneren Organe gewesen. Ergänzend läßt sich schon heute hinzufügen, daß die Organe des kleinen Beckens, besonders Ovarium, Uterus und Adnexe, auch afferente Phrenicusfasern durch die dritte, vierte und teilweise auch die fünfte Cervicalis ins Rückenmark entsenden.

	Sympathicus	Phrenicus	Vagus
Herz	D_1—D_3, (D_4, D_5, D_6, D_7, D_8)	C_3, C_4, (C_5)	C_2 Gesicht
Aorta ascendens, Arcus aortae	D_1—D_3	C_3, C_4, (C_5)	C_2 Gesicht
Bronchien — Lunge	(D_1), D_2—D_5, (D_6, D_7, D_8, D_9)	C_3, C_4, (C_5)	C_2 Gesicht
Ösophagus	(D_5), D_6—D_8	?	?
Magen	(D_6), D_7—D_9	C_3, C_4, (C_5)	C_2 Gesicht
Darm	D_9—D_{12}	—	C_2 Gesicht
Rectum	S_2—S_4	—	—
Leber und Gallenblase . . .	(D_6), D_7—D_{10}	C_3. C_3, (C_5)	C_2 Gesicht
Niere und Ureteren	D_{10}—D_{12}, L_1, L_2	—	—
Blase	D_{11}—L_1, (S_1), S_2—S_4	—	—
Prostata	D_{10}—D_{11}, (D_{12}), (L_5), S_1—S_3	—	—
Hoden und Nebenhoden . . .	D_{10}, D_{11}, D_{12}, (L_1)	—	C_2
Ovarium und Adnexe	D_{10}—L_1, (L_2)	—	C_2
Uterus	D_{10}—L_1 (L_2), (S_1), S_2—S_4	—	—
Mamma	D_4—D_5 (D_6)	—	—

Zu teilweise ganz ähnlichen Ergebnissen sind Läwen und Kappis durch eine ganz andere Methode gelangt. Es gelang ihnen bei Erkrankungen innerer Organe durch paravertebrale Novocain-Suprarenineinspritzungen in die Rami communicantes der thoracalen Spinalnerven. durch welche ja die afferenten sympathischen Visceralfasern passieren, den Organschmerz aufzuheben. Der Angriffspunkt dieser Blockade läßt sich recht genau lokalisieren und begrenzen und auf diese Weise konnten Läwen und Kappis ziemlich präzise bestimmen, welche Rami communicantes diesem oder jenem Organ zugehören. (Ösophagus D_5—D_6, Magen D_6—D_8 [D_9], Leber-Gallenblase D_9—D_{11}, hauptsächlich D_9 und D_{10} rechts, Pancreas hauptsächlich D_8 links, Dünndarm und Dickdarm

bis zum Colon transversum D_{10}—L_1, Niere D_{11}—L_1, Ureteren hauptsächlich L_2 und L_3).

Auch diese Methode hat naturgemäß gewisse Fehlerquellen, insofern als das eingeführte Lokalanästheticum, möglicherweise auch den benachbarten, nicht direkt injizierten Ramus communicans mit ausschaltet. Aber im großen Ganzen liefert sie doch sehr präzise Resultate. Sie bedarf aber noch des weiteren Ausbaues, da für eine ganze Anzahl innerer Organe die Innervation mit dieser Methode noch nicht bestimmt worden ist. Die Methode ist aber zweifellos von ausgezeichnetem differentialdiagnostischen Wert, wie in letzter Zeit besonders Mandl u. a. gezeigt haben. Ich habe z. B. mit ihr in einem Falle von gastrischen Krisen, in dem die Blockade der Rami communicantes D_6—D_9, bezüglich der Coupierung der Schmerzen völlig versagte, den Nachweis führen können, daß der krankhafte, der Krise zugrunde liegende Irritationsprozeß eben weiter zentral in den Wurzeln gelegen ist und trotz der peripheren Blockade unvermindert sein Wesen weiter trieb. Diese Feststellung ist wichtig und wird uns noch bei der Besprechung der operativen Behandlung gastrischer Krisen beschäftigen.

Schließlich möchte ich noch die Erfahrungen heranziehen, welche ich bei Unterbrechungen des Rückenmarks in verschiedenen Höhen über das Schmerzgefühl einzelner Organe habe sammeln können. Bei Totaltrennungen des Markes im Bereiche des 5., 6., 7. und 8. Cervicalsegmentes und 1. Thoracalsegmentes verlaufen, soweit meine bisherigen Erfahrungen reichen, alle Krankheitsprozesse des Herzens, der Aorta, der Lungen, des Bronchialbaumes und der Pleura, sowie der gesamten Abdominalorgane ohne Schmerzen. Daß dabei nicht alle afferente Organerregungen vom Cerebrum abgeschnitten sind, habe ich schon früher erwähnt; aber Organschmerz habe ich nie beobachtet und auch nicht auslösen können. Bei einer Totaltrennung des Markes in der Höhe des 4. Thoracalsegmentes, die mit Pleuropneumonie gepaart war, fand ich deutlichen Pleuraschmerz, vollends bei tieferen Marktrennungen. Daraus geht also hervor, daß Schmerzfasern der Lunge und Pleura durch D_3 und D_2 ins Mark eintreten. In der Regel verlaufen alle Erkrankungen innerhalb der Abdominalhöhle (Enteritiden, Peritonitiden, Pyelitiden usw.) schmerzlos, wenn die Marktrennung im 6. Thoracalsegment oder höher gelegen ist. Im allgemeinen treten also afferente Schmerzfasern der Organe der Abdominalhöhle nicht oberhalb des 6. Thoracalsegmentes ins Rückenmark ein. Doch fand ich in einem Falle von Marktrennung in der Höhe des 6. Brustsegmentes noch deutlichen Magenschmerz bei einer akuten Gastritis: es gelangen also wahrscheinlich gelegentlich afferente Magenfasern auch noch durch die

5. Dorsalwurzel in die Medulla. In einem Falle von Marktrennung im Bereich des 9. Dorsalsegmentes ging eine Leber- und Gallenblasenerkrankung mit den heftigsten Schmerzen einher, ein Beweis, daß die afferenten Bahnen der Leber- und Gallenblase noch durch höher gelegene Wurzeln (D_7, D_8) passieren. Die bei Rückenmarkstrennungen ja häufig zu beobachtende Pyelitis fand ich fast stets schmerzlos, wenn die Marktrennung oberhalb oder im Bereich des 10. Brustsegmentes gelegen war, aber schon bei Trennungen im 11. oder 12. Thoracalsegment und vollends bei allen tiefer gelegenen Läsionen werden heftige Nierenbeckenschmerzen beobachtet. Nur in einem Falle von Transversalläsion des Markes in der Höhe von D_9 verlief ein Renolithiasis unter heftigsten Schmerzen. Daß bei Marktrennungen im Bereiche des 12. Thoracalsegmentes starke Blasenfüllung zu Blasenschmerz führen kann, habe ich bereits früher erwähnt, vollends gilt dies für die tieferen Markläsionen. Ich bemerke aber nochmals, daß ich bei allen Marktrennungen oberhalb des 2. Sacralsegmentes das Gefühl des eigentlichen Harndranges vermißt habe, ein Hinweis darauf, daß dieser in erster Linie durch die sacralen Pelvici (S_2—S_4) geleitet wird und von der Pars prostatica urethrae ausgehen dürfte. Bei Totaltrennungen des Markes in der Höhe des 11. und 12. Brustsegmentes fand ich den Hoden druckschmerzhaft es treten also wohl sicher afferente Bahnen des Hodens schon mit der 10. Thoracalis, ins Rückenmark ein. In einem Falle von Marktrennung in der Höhe des 10. Brustsegmentes verlief ein Partus völlig schmerzlos, ein Beweis, daß afferente Fasern des Uterus nicht oberhalb des 10. Thoracalsegmentes ins Rückenmark eintreten. Bei tiefer gelegenen Marktrennungen (D_{12}, L_1 usw.) verläuft die Menstruation unter Umständen unter beträchtlichen Schmerzen. Bei allen Marktrennungen oberhalb von S_2 sah ich krankhafte Affektionen des Rectums, Proctitis, Hämorrhoiden, Rectalfissuren ohne jeden Schmerz verlaufen.

V.

Nachdem die afferenten Bahnen durch die hinteren Wurzeln das Rückenmark erreicht haben, verteilen sie sich bekanntlich auf zwei verschiedene Wege. Ein Teil zieht direkt ohne Unterbrechung in den Hintersträngen zur Oblongata empor und findet erst hier in den Kernen der Goll'schen und Burdach'schen Stränge seine erste zentrale Relaystation. Der andere Teil der Hinterwurzelfasern dagegen zieht ins Hinterhorn, wo er sich um die dort gelegenen Ganglienzellen aufsplittert. Jacobsohn bezeichnet speziell die Substantia gelatinosa Rolandi des Hinterhorns als Nucleus sensibilis proprius. Derselbe ist nach ihm charakterisiert durch die sogenannten Gierke'schen Zellen

(Waldeyer). Das Analogon dieses Nucleus sensibilis proprius der Spinalnerven ist für den Trigeminus die der absteigenden Quintuswurzel anliegende, genau gleichartig gebaute, durch Gierke'schen Zellen gekennzeichnete Substantia gelatinosa trigemini, für den Vagus, Glossopharyngeus und N. intermedius der wiederum gleichartig gebaute Nucleus solitarius in der Oblongata. Allerdings darf nicht unerwähnt bleiben, daß neuere Untersuchungen es zweifelhaft erscheinen lassen, daß die Substantia gelatinosa selbst den eigentlichen Nucleus sensibilis darstellt. Kohnstamm und Friedemann sowie Ivi haben gezeigt, daß bei Wurzeldurchschneidung die degenerierenden Fasern sich niemals in der Substantia gelatinosa, sondern um die Ganglienzellen des Kopfes des Hinterhorns aufsplittern.

Die Erfahrungen der menschlichen Pathologie sprechen nun in völlig überzeugender Weise dafür, daß die gesamten Schmerzfasern, mögen sie der Haut, den Tiefenteilen oder den inneren Organen entstammen, nicht den Weg über die langen, direkt aufsteigenden Hinterstrangfasern, sondern über die graue Substanz der Hinterhörner bzw. die Substantia gelatinosa trigemini und den Nucleus solitarius nehmen.

Zwar sind beim Menschen die langen Hinterstrangfasern bei direkter Reizung empfindlich. Berührung der Goll'schen Stränge im Halsmark löst meist Parästhesien, manchmal deutliches Wehgefühl aus, eine Längsinzision derselben kann sogar von heftigem Schmerz begleitet sein. Aber alle Erfahrungen der menschlichen Pathologie sprechen eindeutig dafür, daß bei einer reinen Unterbrechung der Hinterstränge die Perzeption des Schmerzgefühls nicht im geringsten herabgesetzt ist. Durch die langen Hinterstrangbahnen werden die der Berührungs und Druckempfindung, der Vibrationsempfindung, den Lage- und Bewegungsempfindungen und dem sogenannten Kraftsinn (Gewichtsschätzungsvermögen) dienenden Erregungen geleitet und vor allem ist ihre Integrität erforderlich für die präzise räumliche Wertung sensibler Reize, für die feinere Lokalisation, die räumliche Diskrimination zweier gleichzeitig applizierter Reize, das zweidimensionale Formerkennen und die dreidimensionale Stereognosis. Aber das Schmerzgefühl erfährt wie gesagt bei Hinterstrangausschaltung nicht die geringste Herabsetzung. Im Gegenteil finden wir bei isolierter Hinterstrangläsion bei Integrität der Wurzeln, der Hinterhörner und der anderen Rückenmarksstränge eine oft sehr hochgradige Hyperalgesie bzw. Hyperpathie der Haut; Streichen über die Haut wird als schmerzhaft und unangenehm empfunden, Streichen über die Haare ruft einen unangenehmen Gefühlston, bisweilen sogar furchtbaren Schmerz hervor, während festes Zufassen oder starker Druck in die Tiefe keinen abnormen Schmerz erzeugt.

Ich habe diese kutane Hyperpathie in mehreren Fällen, bei denen ich operativ wegen intramedullärer Prozesse die Hinterstränge durchschneiden mußte, genau feststellen können, so in einem Fall von intramedullärem Tumor des Hals- und Brustmarkes, in dem beide Goll'schen und ein Burdach'scher Strang geopfert werden mußten, und zwar sukzessive in 3 Sitzungen von D_9 aufwärts bis zu den Kernen der Hinterstränge in der Oblongata empor. Hier trat nach der ersten Sitzung beiderseits eine ausgesprochene Hyperalgesie der Beine und des Bauches bis zum Nabel aufwärts ein, weiter oberhalb des Nabels konnte sie sich nicht dokumentieren, obwohl die Hinterstranginzision bis ins obere Brustmark hinauf reichte, weil durch den Tumor schon vor der Operation eine Zerstörung der mittleren und oberen thoracalen Wurzeleintrittszonen mit entsprechender gürtelförmiger Anästhesie zustande gekommen war. In der zweiten Sitzung wurde der rechte Goll'sche und Burdach'sche Strang bis ins 2. Cervicalsegment aufwärts inzidiert, und die Hyperalgesie erstreckte sich danach rechterseits bis in die zweite Cervicalzone aufwärts. Besonders ausgeprägt war sie gerade am Hinterkopf, leises Streichen über die Haare löste einen furchtbaren, von lautem Schreien begleiteten Schmerzparoxysmus aus. In einem anderen von mir operierten Falle von intramedullärer Cyste im oberen Halsmark wurde der Goll'sche Strang rechtsseitig zwischen 3. und 4. Cervicalsegment inzidiert, die Folge war eine einseitige Hyperalgesie bis zum Proc. xiphoideus des rechten Beines und der rechten Bauchhälfte aufwärts. (Der Goll'sche Strang im Halsmark führt nur die afferenten Bahnen der unteren Körperhälfte von D_7 (Proc. xiphoideus) an abwärts). Diese Kranke klagte auch über sehr starke spontane unangenehme Gefühle und zeitweilige heftige Schmerzen im rechten Bein und in der rechten Abdominalhälfte.

Auch bei isolierten Hinterstrangsläsionen auf anderer Basis habe ich diese Hyperalgesie bzw. Hyperpathie des öfteren festgestellt. Ferner findet sich bekanntlich in vielen Fällen Brown-Séquard'scher Halbseitenläsion des Markes, besonders in den akut durch Stichverletzungen entstandenen, eine Hyperalgesie auf der der Markläsion entsprechenden Körperhälfte. Es hat sich gezeigt, daß das Vorhandensein dieser Hyperalgesie in vielen Fällen davon abhängig ist, ob der gleichseitige Hinterstrang durchtrennt ist. Die Hyperalgesie oder Hyperpathie geht häufig nach einiger Zeit wieder zurück, manchmal aber schwindet sie nur langsam, unter Umständen kann sie Jahre lang fortbestehen. Nicht selten ist diese bei Hinterstrangläsionen auftretende Hyperalgesie auch von *spontanen* unangenehmen Parästhesien oder mehr oder weniger starken Spontanschmerzen in den der Hinterstrangläsion entsprechenden Körperabschnitten begleitet. Diese Hinterstrangshyperpathie bzw. Hinterstrangschmerzen sind nun nicht etwa ein Reizsymptom, die Folge einer Irritation der Hinterstrangfasern, sondern sie stellen ein *Ausfallssymptom*, die Folge der Ausschaltung der langen Hinterstrangfasern dar, sie gehen mit einer Störung der durch die Hinterstrangfasern vermittelten Bewegungsempfindungen, des Kraftsinnes und des Raumsinnes einher. Der Ausfall des Hinterstrangsystems ist die Ursache der Hyperpathie und der Schmerzen. Wir haben bereits oben auf S. 14 darauf

hingewiesen, daß bei peripheren Nervenläsionen, bei denen nicht selten das Schmerzsystem allein erhalten ist, die Empfindungssysteme aber ausfallen, dieselbe Hyperpathie besteht, wie wir sie hier bei Unterbrechung des Hinterstrangsystems antreffen. Die Ursache der Hyperpathie ist meines Erachtens hier wie dort darin zu suchen, daß normaliter die höher differenzierten, phylogenetisch jüngeren Empfindungssysteme einen moderierenden Einfluß auf das phylogenetisch uralte Schmerzsystem ausüben und daß bei Wegfall dieser normalen Hemmung das Schmerzsystem, dessen Integrität natürlich vorausgesetzt, abnorm stark erregbar wird. Die langen Hinterstrangfasern stellen, wie besonders Brouwer nachgewiesen hat, ein phylogenetisch sehr junges afferentes System dar.

Daß es bei der Steigerung der Erregbarkeit des Schmerzsystems, mag diese nun durch einen Ausfall des Empfindungssystems im Bereiche der peripheren Nerven oder der langen Hinterstrangfasern bedingt sein, nicht selten auch zu spontanen Schmerzen kommt, obwohl irgend eine pathologische irritative Noxe auf das Schmerzsystem gar nicht einwirkt, ist meines Erachtens so zu erklären, daß die Schmerzrezeptoren unseres Körpers auch normaliter wohl dauernd eine gewisse Erregung erfahren, die mit dem Blutkreislauf und den an den Rezeptoren wohl dauernd sich abspielenden Stoffwechselvorgängen, wahrscheinlich letzten Endes mit fortwährenden leichten Verschiebungen des ionalen Basengleichgewichtes zusammenhängt. Nur bleibt für gewöhnlich diese Dauererregung der Rezeptoren vollkommen unterschwellig (latent); zum Schmerz kommt es erst, wenn ein besonders gesetzter, überschwelliger Reiz die Rezeptoren trifft. Wenn aber durch den Ausfall der Empfindungssysteme die Erregbarkeit des Schmerzsystems eine beträchtliche Steigerung erfahren hat, so kann offenbar die oben erwähnte latente Dauererregung der Rezeptoren einen überschwelligen Reiz darstellen und spontanen Schmerz hervorrufen.

Ähnliche Gesichtspunkte werden wir auch zur Erklärung der Hyperpathie und der spontanen Schmerzen heranziehen müssen, die wir nicht selten bei halbseitigen Läsionen des Rückenmarkes beobachten, bei denen die Hinterstränge nicht mitbetroffen sind, bei denen vielmehr, worauf besonders Fabritius hingewiesen hat, eine Läsion des Hinterseitenstranges vorliegt. Wir müssen annehmen, daß im Areal des Hinterseitenstranges, möglicherweise in der sog. Grenzschicht der grauen Substanz eine corticofugale Bahn verläuft, die normaliter einen hemmenden Einfluß auf die Erregbarkeit der dem Schmerzsystem zugehörigen Zellelemente des Hinterhorns ausübt und deren Wegfall zu einer Steigerung der Erregbarkeit dieser Hinterhornelemente führt. Eine

derartige Erklärung hatte schon Brown-Séquard selbst zur Erklärung der Hyperalgesie auf der Seite der Läsion bei spinalen Hemisektionen herangezogen. Fabritius ist besonders energisch für dieselbe eingetreten. Wir werden dieser corticofugalen Schmerzhemmungsbahn später noch mehrfach begegnen. Sie spielt meines Erachtens eine wichtige Rolle im neurodynamischen Gleichgewichte des Schmerzsystems. Ich kann aber Fabritius darin nicht zustimmen, daß bei spinalen Prozessen, die mit Hyperpathie einhergehen, letztere stets auf den Wegfall der corticofugalen Schmerzhemmungsbahn zu beziehen ist. In vielen Fällen bildet zweifellos die Hinterstrangläsion die Ursache der Hyperpathie und der spontanen Schmerzen und schmerzähnlichen Parästhesien.

Daraus, daß bei alleiniger Zerstörung der Hinterstränge die Reizschwelle für Schmerzreize gegenüber der Norm nicht erhöht, vielfach sogar herabgesetzt ist, geht schon mit Bestimmtheit hervor, daß das Schmerzsystem nicht in den Hintersträngen, sondern dem anderen oben erwähnten Abschnitte des Rückenmarkes, welcher die durch die Wurzeln zuströmenden afferenten Impulse aufnimmt, in den Hinterhörnern, zu suchen ist. Das ist eine uralte neuropathologische Erkenntnis. Im Hinterhorn stoßen die Schmerzfasern der Haut, der Tiefenteile und der Eingeweide zusammen. Die graue Substanz der Hinterhörner stellt eine wirkliche Sammelstelle für alle von der Peripherie kommenden Schmerzfasern dar. Jedes Hinterhornsegment nimmt die Schmerzfasern auf, welche aus dem ihm zugeordneten Dermatom, der ihm zugeordneten subcutanen und visceralen Segmentalzone des Körpers stammen, mögen sie nun durch die hinteren oder vorderen Wurzeln ins Rückenmark eintreten. Die Segmentaldermatome sind im wesentlichen mit den Wurzeldermatomen identisch. Auf gewisse möglicherweise vorhandene Unterschiede der Extensität kann hier nicht eingegangen werden.

Die Physiologie hat lange Zeit unter dem Einfluß von Schiff die Hinterhörner als schmerzunempfindlich bezeichnet. Das sollte bedeuten, daß bei ihrer künstlichen Reizung kein Schmerz aufträte, während sie für die Leitung peripherer Schmerzreize unentbehrlich seien. Schiff gibt an, daß selbst ein so starker Reiz wie das Ausbrennen der Hinterhörner mit einem glühenden Drahtstift keine Schmerzäußerung im Gefolge habe. Diese Auffassung ist nicht haltbar. Dusser de Barenne und Klessens haben gezeigt, daß es infolge lokaler Strychninvergiftung eines Hinterhornsegmentes beim Tier zu lebhaften schmerzvollen Parästhesien im Gebiete der diesem Hinterhornsegment entsprechenden cutanen Segmentalzone und zu einer ausgesprochenen Hyperalgesie gegenüber äußeren

Reizen im Bereiche dieses Dermatoms kommt. Dusser de Barenne konnte, wie schon früher bemerkt, auf diese Weise beim Tier die Ausdehnung und Lage der einzelnen Hautdermatome genau bestimmen. Die Übereinstimmung seiner Ergebnisse mit den von Sherrington durch die Methode der residual sensibility bestimmten einzelnen Dermatome ist eine sehr weitgehende. Man kann den Einwand erheben, daß durch das Strychnin die Wurzelfasern, nicht aber die Elemente des Hinterhorns selbst irritiert werden. Wir werden aber später sehen, daß dieser Einwand nicht stichhaltig ist, sondern daß tatsächlich durch das Gift die Ganglienzellen des Hinterhorns getroffen werden. Wir müssen also die Hinterhörner als irritabel bezeichnen: sie können durch pathologische Noxen irritiert werden, so daß es zu Schmerzen in den zugehörigen Dermatomen kommt. Auch beim Menschen erweisen sich die Hinterhörner als „schmerzempfindlich" (sit venia verbo!), d. h. bei Irritation derselben durch Krankheitsprozesse treten Schmerzen auf. Diesen sog. Hinterhornschmerz treffen wir manchmal bei der Syringomyelie bzw. der zentralen Gliose an. Der gliomatöse Prozeß wirkt oft, ehe er die Ganglienzellen der Hinterhörner zerstört, als irritative Noxe auf sie ein und ruft dadurch Schmerzen hervor.

Ich habe einen derartigen, besonders lehrreichen Fall jahrelang beobachtet. Es bestand bei ihm anfangs eine atrophische Lähmung der kleinen Hand- und Daumenmuskeln rechterseits, sowie eine Analgesie und Thermanästhesie wie sie bei der Destruktion des fünften bis ersten Thoracalsegmentes beobachtet wird. Der Kranke klagte über wahnsinnige Schmerzen im fünften, vierten und dritten Finger; Daumen und Zeigefinger waren zunächst ganz frei von Schmerz. Es bestand Hyperalgesie am ulnaren Teil der Hand und im fünften bis dritten Finger (8. Cervicaldermaton). Allmählich ließen die Schmerzen im 4. und 5. Finger nach, und es trat eine den ulnaren Teil der Hand sowie den fünften und vierten Finger umfassende Analgesie und Thermanästhesie auf. Ungefähr gleichzeitig damit wanderten aber die Schmerzen in den Zeigefinger und teilweise auch in den Daumen; im Mittelfinger bestanden sie wie zu Anfang weiter fort. Außerdem gab der Kranke an, daß er vielfach Schmerzen entlang der Mitte des Vorderarmes habe. Auch diese Schmerzen schwanden allmählich wieder in dem Maße, als sich die fortschreitende Analgesie und Thermanästhesie über die ganze Hand mit Ausnahme des Daumenballens und Daumens erstreckte, und am Vorderarm nur einen schmalen radialen Streifen frei ließ, in dem die Sensibilität ungestört war. In der weiteren Folge wurden die Schmerzen im Daumen besonders heftig, bestanden im geringen Maß im Index fort, erstreckten sich aber vor allem auf die radiale Kante des Vorderarmes und die Außenseite des Oberarmes. In diesen Bezirken bestand eine ausgesprochene Hyperalgesie. 3 Jahre nachdem ich den kranken Mann kennen gelernt hatte, war die ganze Hand, der ganze Vorderarm und der größte Teil des Oberarmes analgetisch und thermanästhetisch, frei war nur der obere Bezirk der Außenseite des Oberarmes, der abwärts spitz zulief. In diesem Bezirk und in der Schulter waren jetzt die Schmerzen lokalisiert, und hier bestand auch eine ausgesprochene Hyperalgesie. Der Fall ist ein ausgezeichnetes Para-

digma für das Fortschreiten des gliotischen Prozesses in der rechten Hinterhornsäule, sukzessive durch die Segmente C_8, C_7, C_6 hindurch aufsteigend, wobei jedesmal ein Stadium der Irritation, das sich durch Spontanschmerzen und Hyperalgesie in dem cutanen Versorgungsbereiche des neu ergriffenen Segmentes auszeichnete, den Reigen eröffnete und lange anhielt, bis der destruktive Prozeß das ganze Segment vernichtet hatte und es zu dem dieser Segmentdestruktion entsprechenden Sensibilitätsdefekt kam.

Worauf es beruht, daß in manchen Fällen von Syringomyelie starke Schmerzen vorhanden sind, in anderen ganz fehlen, entzieht sich vorläufig unserer Einsicht. Nach meiner eigenen Erfahrung sind die Fälle der ersten Kategorie keineswegs selten. Man hat vielfach angenommen, daß in den Fällen von Syringomyelie, welche mit starken Spontanschmerzen einhergehen, letztere auf eine gleichzeitige Affektion der Meningen und Wurzeln zurückzuführen seien. Das trifft aber keineswegs immer zu. Außer der Syringomyelie bzw. der zentralen Gliose ist es besonders die Hämatomyelie, bei der manchmal durch Irritation des Hinterhornes starke Parästhesien, ja starke Schmerzen auftreten können. Bekanntlich entwickelt sich die Hämatomyelie sehr häufig nach einem Trauma, und man kann gelegentlich das sukzessive Aufsteigen bzw. Absteigen des Blutergusses in den Säulen der Hinterhörner direkt verfolgen. Hierbei stellte ich mehrfach fest, daß die segmentalen Reizerscheinungen, Schmerzen oder Parästhesien und hyperalgetische Segmentalzonen, den Ausfallserscheinungen vorausschreiten. Es wird in derartigen Fällen offenbar jedes Segment zuerst gereizt und dann gelähmt. Der Vorgang gleicht genau dem, wie ich ihn vorhin in dem einen Fall von Syringomyelie geschildert habe, mit dem Unterschiede, daß sich bei der Hämatomyelie die ganze Evolution in Stunden oder Tagen abrollt.

Unter den Krankheitsprozessen, welche die graue Substanz des Rückenmarkes betreffen, führt häufig auch der intramedulläre Tumor durch Reizung der Hinterhörner zu heftigen Schmerzen. In allen Fällen von intramedullären Tumoren, die ich beobachtet habe, waren Schmerzen in den dem Sitz des Tumors entsprechenden Segmentalzonen das erste Krankheitssymptom und bestanden auch im weiteren Verlauf längere Zeit in unverminderter Heftigkeit fort. In drei von mir beobachteten Fällen von intramedullärem Tumor des oberen Halsmarkes bestanden heftige Schmerzen im Bereiche der oberen Cervicaldermatome C_2—C_4 von Anfang an. Als Wurzelschmerzen konnten sie auf Grund des bioptischen Befundes kaum gedeutet werden. Ganz besonders lehrreich ist ein Fall von stiftförmigem Gliom, das seinen Ausgang offenbar im mittleren Dorsalmark genommen hatte und von hier sowohl nach oben wie nach unten innerhalb der grauen Substanz allmählich vordrang. Kurz vor dem Tode

reichten die Analgesie und Thermanästhesie auf beiden Seiten aufwärts bis zum 2. Cervicaldermatom einschließlich: nach abwärts aber nur rechterseits bis zum 4. Lumbaldermatom einschließlich. Die Höhenausdehnung des gliomatösen Stiftes, die nach dem Tode festgestellt wurde, entsprach genau mit der intra vitam beobachteten Extensität des Sensibilitätsdefektes. In dieser Hinsicht wird der Fall weiter unten noch besondere Würdigung finden. Hier soll nur darauf hingewiesen werden, daß das Fortschreiten des Prozesses bei Lebzeiten sehr genau verfolgt werden konnte. Dasselbe war durch jeweilige heftige Schmerzen in den Dermatomen charakterisiert, welche denjenigen Hinterhornsegmenten entsprachen, auf die der gliomatöse Prozeß am oberen bzw. unteren Pole des Stiftes gerade übergriff: mit anderen Worten: die Schmerzen wanderten im Verlaufe der Krankheit allmählich beiderseits über die oberen Thoracal- und die einzelnen Cervicaldermatome sukzessive aufwärts und rechterseits über die unteren Thoracaldermatome und oberen Lendendermatome der Reihe nach abwärts. Die Schmerzen waren jeweilig mit einer starken Hyperalgesie in der entsprechenden cutanen Segmentalzone gepaart. In dem Maße als mit dem Fortschreiten des destruktiven Prozesses das anfänglich irritierte Hinterhornsegment vernichtet wurde, machten die Schmerzen und die Hyperalgesie in dem entsprechenden Dermatom einer Analgesie Platz, und die Schmerzen ergriffen nun das nächst höhere bzw. nächst tiefere Dermatom. Der Fall bot in dieser sukzessiven pathologischen Irritation mit nachfolgender Zerstörung der einzelnen Hinterhornsegmente ganz ähnliche Verhältnisse wie ich sie vorhin angeführt habe. Meines Erachtens sind auch die Schmerzen, welche in gewissen Fällen von akuter Poliomyelitis zu Anfang der Krankheit beobachtet werden, als Hinterhornschmerzen aufzufassen. Sie gehen ebenfalls mit einer Hyperalgesie in bestimmten Segmentalzonen einher, und mehrfach habe ich beobachtet, daß dann mit dem Verschwinden der Schmerzen an die Stelle der Hyperalgesie eine entsprechend ausgebreitete Analgesie trat.

Analoge Beobachtungen habe ich auch bei der Syringobulbie gemacht, und zwar betrafen sie hier die den Hinterhörnern des Rückenmarkes entsprechenden grauen Kernsäulen der absteigenden Quintus- und Intermedius-Glossopharyngeus-Vaguswurzeln. Sehr markant waren die Schmerzen und Hyperalgesie in einem Falle von absteigender Syringobulbie, in dem sie sukzessive vom Trigeminusgebiet auf das Gebiet der oberen Cervicaldermatome C_2, C_3, C_4 abwärts wanderten und in dem sich in einem bestimmten Abstande etappenweise die Analgesie in derselben Weise von oben nach unten ausbreitete. Solche Hinterhornschmerzen kommen auch bei anderen Krankheiten der Oblongata vor;

besonders bei vasculären Prozessen im Bereiche der Arteria cerebelli inferior posterior, zu deren Versorgungsgebiet die Kernsäule der absteigenden Quintuswurzel gehört. Hierbei können Schmerzen im Gesicht verbunden mit Hyperalgesie geradezu ein prämonitorisches Symptom darstellen.

Die Sensibilitätsdefekte, welche der Zerstörung der Hinterhörner folgen, sind seit langem bekannt und charakterisiert durch die sogenannte dissoziierte Empfindungslähmung, indem Schmerz- und Temperaturempfindung erloschen sind, während Berührungsempfindung, Druckempfindung, Vibrationsempfindung, Bewegungsempfindung, Kraftsinn und der Raumsinn der Haut ungestört bleiben, weil diese Empfindungsqualitäten ganz oder wenigstens großenteils durch die Hinterstränge geleitet werden.

Die Aufhebung des Schmerzgefühls bei Zerstörung der Hinterhörner gilt sowohl für die Haut (Oberflächenschmerz), wie für die Tiefensubstrate (Druckschmerz, Tiefenschmerz), wie für die inneren Organe (Visceralschmerz). Es sammeln sich also im Hinterhorn alle Schmerzfasern, einerlei welcher Genese. Ich habe einen Fall von Syringomyelie mit beiderseitiger totaler Zerstörung der Hinterhörner von L_4 an bis D_1 aufwärts beobachtet. Der Kranke litt an schwerster Enteritis und bei der Autopsie war der ganze Darm mit tuberkulösen Ulcerationen übersät: die Darmschlingen waren durch die schwersten peritonealen Adhäsionen verlötet: trotzdem hatte der Kranke bei Lebzeiten nie die leisesten Bauchschmerzen verspürt.

Wie vorhin erwähnt und seit langem bekannt ist, werden durch die Hinterhörner nicht nur das Schmerzgefühl, sondern auch die Temperaturempfindungen geleitet. Wir haben Grund, anzunehmen, daß mit der Schmerzleitung besondere Hinterhornelemente betraut sind. und daß der Warm- und der Kaltempfindung ebenfalls separate Hinterhornelemente zur Verfügung stehen. Denn wir finden in manchen Fällen von Syringomyelie, daß die Störungen der drei genannten Qualitäten nicht Hand in Hand gehen, sondern daß entweder die Temperaturempfindungen, manchmal nur die Warm-, manchmal nur die Kaltempfindung gestört ist, das Schmerzgefühl aber intakt ist, oder daß im Gegenteil bei Integrität der Temperaturempfindungen nur das Schmerzgefühl ausfällt. Nicht selten sind Fälle von Syringomyelie, in denen zwar alle drei Qualitäten gestört, aber nicht in der gleichen Ausdehnung betroffen sind, so daß die Extensität der Störungen der Temperaturempfindung die der Analgesie um mehrere Segmentalzonen übertrifft oder vice versa. Ganz ähnliche Dissoziationen zwischen der Warm- und Kaltempfindung und dem Schmerzgefühl kommen auch bei anderen Affektionen der Hinterhörner, z. B. bei der Hämatomyelie zur Beob-

achtung. Höchst interessant ist in dieser Beziehung der bereits oben von mir erwähnte Fall von intramedullärem Tumor, der sich von C_2 bis L_4 einschließlich erstreckte (stiftförmiges Gliom) (Abb. 35). Bei ihm

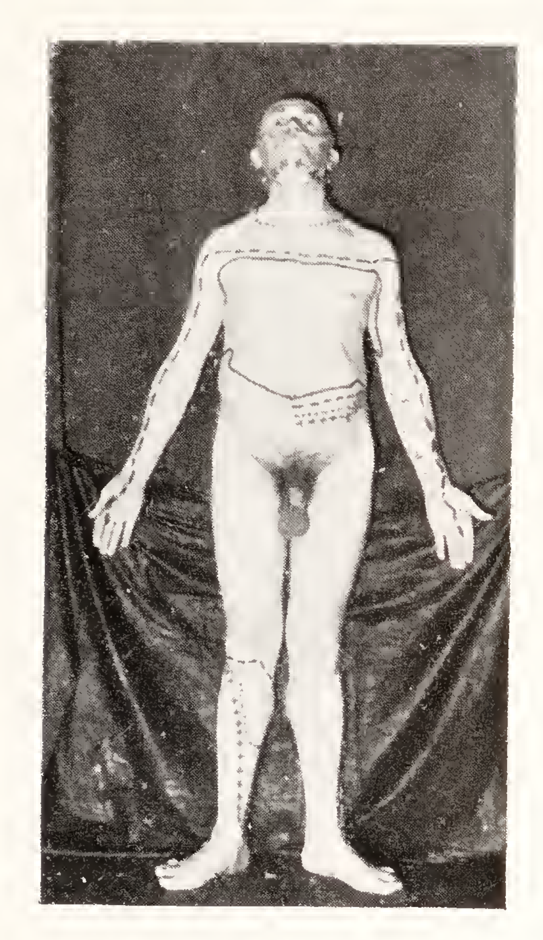


Abb. 35 a.



Abb. 35 b.



Abb. 35.
Ausdehnung des Sensibilitätsdefektes in einem Falle von stiftförmigem Gliom des Rückenmarkes. Die kontinuierliche Linie stellt die Grenzen der taktilen Anästhesie dar; die Linie — — — die der Analgesie, die Linie .... die der Warmanästhesie, die Linie + + + + die der Kaltanästhesie.

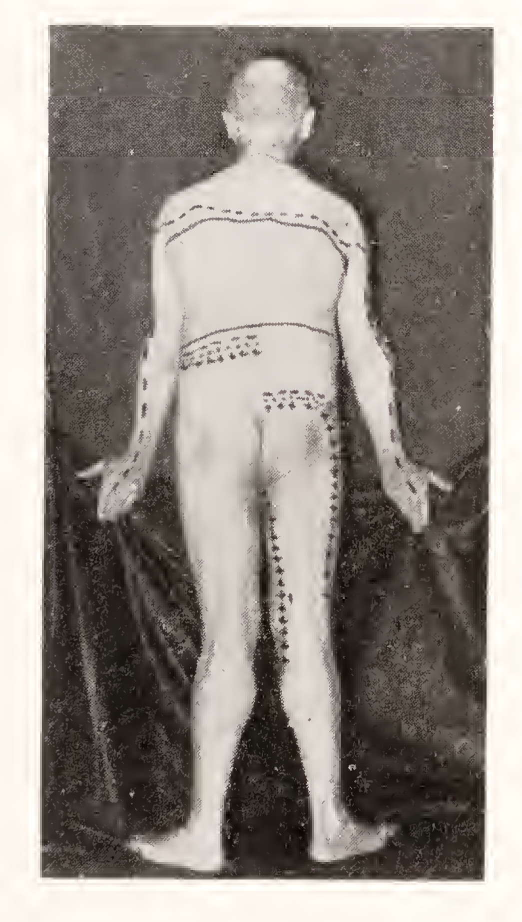


Abb. 35 c.



Abb. 35 d.

reichte die Analgesie aufwärts bis zum 7. Cervicaldermatom einschließlich, während die Störungen der Temperaturempfindungen nach oben zu das 2. Cervicaldermatom mit umfaßten. Nach abwärts reichte die Analgesie

rechts bis L_3 einschließlich, während die Thermanästhesie auch noch das 4. Lumbaldermatom einschloß, links bis D_{10} einschließlich. Der Fall ist auch noch in anderer Hinsicht höchst lehrreich. Im Bereiche des 2. bis 9. Dorsaldermatoms bestand außer der Thermanästhesie und Thermanalgesie auch noch eine taktile Anästhesie, hier fehlte also die für die



Abb. 36a. Abb. 36b. Abb. 36c.
Ausdehnung der Sensibilitätsdefektes in einem Falle von traumatischer Nekrose im Lendenmark. Die Störung betrifft nur die Warm- und Kaltempfindung und umfaßt das dritte und vierte Lumbaldermatom.



Abb. 37.
Fall von Syringomyelie. Die Analgesie (— — —) umfaßt die Dermatome D_1 u. C_8. Die Thermanästhesie (+ · + ·) die Dermatome D_2—C_6.



Abb. 37a. Abb. 37b.

isolierte Zerstörung der Hinterhörner so charakteristische Dissoziation der Sensibilitätsstörung. Die Autopsie zeigte, daß im Bereiche der entsprechenden Segmente außer den Hinterhörnern auch noch die Wurzeleintrittszonen zerstört waren.

Die Form und Ausdehnung der Sensibilitätsstörung ist in reinen Fällen von Hinterhornzerstörung eine typisch-segmentale, sie entspricht

den bereits bei den radiculären Läsionen besprochenen Segmentalzonen mehr oder weniger genau (vgl. Abb. 36 u. 37). Der Hauptunterschied zwischen den Wurzelläsionen und den Hinterhornläsionen liegt darin, daß bei letzteren nur Analgesie und Thermanästhesie besteht, bei ersteren aber, wenigstens bei Unterbrechung einer Anzahl benachbarter Wurzeln, außerdem noch Störungen der Berührungsempfindung vorhanden sind. Daß die taktile Anästhesie bei Wurzelunterbrechung räumlich weniger ausgedehnt ist als bei Analgesie und Thermanästhesie, ist bereits früher hervorgehoben worden. Allerdings gestaltet sich in praxi die Differentialdiagnose zwischen Wurzelläsionen und Affektionen der Hinterhörner sehr oft dadurch schwierig, daß einerseits die Sensibilitätsstörung bei diffusen Wurzelschädigungen, die nicht eine völlige Leitungsunterbrechung bewirken, unter Wahrung der segmentalen Begrenzungslinien nicht selten nur das Schmerzgefühl und die Temperaturempfindung betrifft, hingegen die Berührungsempfindung unberührt läßt, und daß andererseits bei zahlreichen Prozessen der grauen Substanz außer den Hinterhörnern auch die Wurzeleintrittszone mit beteiligt ist, wodurch auch Störungen der Berührungsempfindung bedingt werden.

Je genauer man die Abgrenzung der Analgesie und Thermanästhesie bei der Syringomyelie verfolgte, um so mehr gelangte man zu der Feststellung, daß der segmentale Typus der Sensibilitätsstörung bei ihr über-



Abb. 38.
Handschuhförmige Sensibilitätsstörung bei Syringomyelie; die Analgesie (— — —) reicht etwas weniger hoch als die Thermanästhesie (+ · + ·).

wiegt. Zweifellos gibt es aber auch gerade bei der Syringomyelie Sensibilitätsstörungen, die ihrer Form nach vollständig von dem segmentalen Typus abweichen, das sind die bekannten Handschuh-, Manschetten- und Strumpfanalgesien, bei denen die distalen Abschnitte der Extremitäten ergriffen sind, und die Grenzlinien, oft scharf, circulär um das Glied herumziehen (Abb 38). Hierbei sind also einerseits mehrere Dermatome ergriffen,

aber andererseits fällt kein Dermatom in seiner ganzen Längenausdehnung, sondern nur mit seinem distalsten Abschnitte aus. Bei der handschuhförmigen Analgesie sind es die distalen Teile der Dermatome C_8, C_7 und C_6, welche ergriffen sind. Eine einleuchtende Deutung dieses sog. circulären Typus der Sensibilitätsstörung bei der Syringomyelie hat Brouwer gegeben. Er zieht zur Erklärung die alsbald noch näher zu erwähnenden Untersuchungen Dusser de Barenne's über die lokale Strychninvergiftung der Hinterhornsegmente heran, nach denen schon die Vergiftung eines

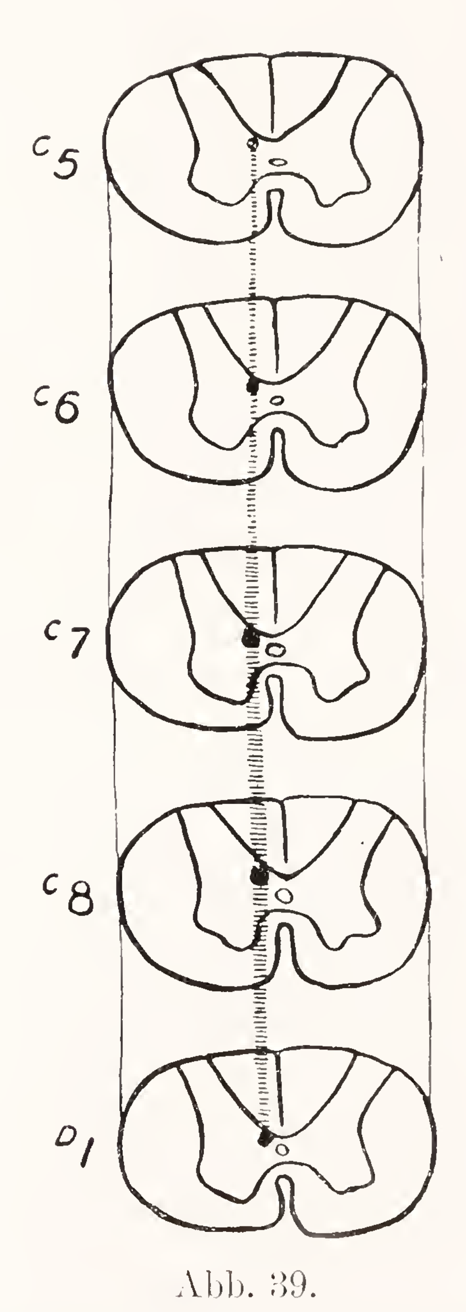


Abb. 39.
Schematische Darstellung des anatomischen Substrates einer handschuhförmigen Analgesie nach Brouwer.

kleinen Teiles der Höhenausdehnung eines solchen Segmentes genügt, um die gesamte Strychninsegmentzone, nachweisbar durch die Hyperalgesie der Haut, hervortreten zu lassen. In oro-caudaler Richtung ist also nach Dusser de Barenne und Brouwer in einem Rückenmarkssegment das ganze Dermatom mehrfach in einem schmalen Höhenniveau vertreten, und einzelne Teile eines Dermatoms sind in verschiedenen Höhenabschnitten des Segmentes nicht repräsentiert. Dagegen fand Dusser de Barenne, daß bei eng umschriebener Vergiftung eines

Teiles eines Hinterhornes innerhalb der Horizontalebene desselben oft nur einzelne Teile des zugehörigen Dermatoms hyperalgetisch wurden. Also hinsichtlich der horizontalen Ausdehnung eines Hinterhornsegmentes sind die einzelnen Teile desselben von differenter Bedeutung und stehen zu verschiedenen Teilen des zugehörigen Dermatoms in Beziehung. Brouwer nimmt an, daß die medialen vorderen Partien des Hinterhornquerschnittes den distalen, die lateralen hinteren Partien den proximalen Abschnitten des Dermatoms zugehören. Betrifft nun der gliomatöse Prozeß der Syringomyelie nur die ersteren Abschnitte des Hinterhornes und erstreckt er sich in dieser räumlichen Beschränkung bezüglich der Horizontalebene über mehrere Rückenmarkssegmente der Höhe nach, so finden die Handschuhanalgesien eine ungezwungene Erklärung (vgl. Abb. 39).

Ich habe bereits mehrfach erwähnt, daß es durch die lokale Strychninvergiftung eines Hinterhornsegmentes gelingt, in dem zugehörigen Hautdermatom eine scharf begrenzte Hyperalgesie hervorzurufen. Dusser de Barenne konnte nun aber des weiteren zeigen, daß schon die Betupfung der Eintrittsstelle eines oder einiger Fila radicularia eines Hinterhornsegmentes genügt, um die gesamte hyperalgetische Segmentalzone hervortreten zu lassen. Daraus geht deutlich hervor und Dusser de Barenne hebt das auch nachdrücklichst hervor, daß das ganze Hinterhornsegment in gewisser Beziehung eine funktionelle Einheit bildet, welche bei der Reizung nur eines Höhenabschnittes als ganzes eine erhöhte Erregbarkeit annimmt. Mit diesen tierexperimentellen Ergebnissen Dusser de Barrenne's stehen nun die Erfahrungen im Einklang, welche Goldscheider bei der künstlichen Irritation einzelner Hautstellen gemacht hat. Goldscheider hat gezeigt, daß, wenn man durch Anlegen einer Klemme an die Haut einen länger anhaltenden Hautreiz setzt, nach einiger Zeit in der Umgebung des Reizortes eine Hyperalgesie entsteht, die sich rasch mehr und mehr ausbreitet und in ihrer Extensität und Verteilung vielfach den kutanen Dermatomen entspricht, in deren Bereich die irritierte Hautstelle gelegen ist. Damit stehen Beobachtungen im Einklang, die ich wiederholt bei Brandwunden gemacht habe, bei denen eine scharf abgegrenzte Hyperalgesie der Haut im Bereiche derjenigen Dermatome bestand, innerhalb deren die Brandblase gelegen war. Ähnliche Beobachtungen können bei den verschiedensten krankhaften irritativen Prozessen gemacht werden. Die Hyperalgesie, welche dabei beobachtet wird, zeigt allerdings nicht immer eine scharf segmentale Begrenzung, sondern geht diffus in normal empfindliche Haut über. Sehr ausgesprochene Hyperalgesie von scharf segmentaler Begrenzung habe ich wiederholt bei traumatischen Läsionen kleiner Hautnervenzweige beobachtet, bei denen ein kleines Trennungs-

neurom die Quelle der permanenten Irritation bildete. Also auch aus diesen Beobachtungen geht hervor, daß das spinale Hinterhornsegment in gewisser Hinsicht eine geschlossene funktionelle Einheit bildet und durch anhaltende starke Reize, welche innerhalb des ihm zugeordneten Hautgebietes angreifen, als ganzes in einen Zustand der Übererregbarkeit versetzt wird. Da fast jede Hautstelle unseres Körpers von mehreren spinalen Segmenten gleichzeitig versorgt wird, so nimmt auch die Hyperalgesie fast stets mehrere Dermatome gleichzeitig ein.

Nun haben wir weiter oben darauf hingewiesen, daß jedes Hinterhornsegment nicht nur die afferenten Schmerzfasern des zugehörigen Hautdermatoms, sondern auch der zugeordneten subcutanen und visceralen Segmentalzone aufnimmt. Und da zeigt sich, daß jedes spinale Hinterhornsegment nicht nur für das zugehörige Hautdermatom, sondern auch für die zugeordneten subcutanen und visceralen Segmentalbezirke, also für das gesamte Körpermetamer eine funktionelle Einheit bildet. Es ist bekannt, daß bei entzündlichen Prozessen in der Tiefe die Haut oft eine beträchtliche Hyperalgesie aufweist: am bekanntesten ist die Überempfindlichkeit der Gesichtshaut bei Pulpitis. Head hat sogar enge Beziehungen zwischen bestimmten Zähnen und ganz bestimmten Zonen des Trigeminusgebietes festgestellt: so gibt er an, daß bei Caries der Schneidezähne des Oberkiefers eine Hyperalgesie in der von ihm so benannten Frontonasalzone der Stirn, bei Caries des oberen Caninus und ersten Bicusspidaten Hyperalgesie der Nasolabialzone, bei Caries des zweiten oberen Biscusspidaten Hyperalgesie der Temporal- oder Maxillarzone, bei Caries des ersten oberen Molarzahnes Hyperalgesie der Maxillarzone, bei Caries des zweiten und dritten Molarzahnes Hyperalgesie in der Mandibularzone bestehen soll. Ähnliche Einwirkungen auf bestimmte Hautzonen (die Mentalzone, die Hyoidzone und die Laryngealzone) stellte er für die einzelnen Zähne des Unterkiefers fest. Nun wissen wir allerdings noch nichts Sicheres darüber, wie viel Segmente die Kernsäule der absteigenden Quintuswurzel in sich birgt und welches die Form und Lage der diesen Segmenten zugehörigen Dermatome ist. Für die funktionelle Einheit des einzelnen Hinterhornsegmentes in dem oben angegebenen Sinne kann also die Hyperalgesie in diesen Headschen Kopfzonen bei Zahnerkrankungen vorerst noch nicht verwertet werden. Wohl aber beweist dieselbe, daß durch die von einem irritativen Prozeß in der Tiefe ausgehenden und der Hinterhornkernsäule des Quintus zugeleiteten afferenten Erregungen letztere in einen Zustand der Übererregbarkeit versetzt wird, so daß die Reizschwelle für Reize, die in dem dem Quintus zugehörenden Hautgebiete angreifen, erheblich herabgesetzt wird.

Vor allem aber hat Head ausführlich dargestellt, daß bei Erkrankungen innerer Organe, einerlei ob gleichzeitig spontaner Schmerz vorhanden ist oder nicht, in ganz bestimmten Hautzonen eine ausgesprochene Überempfindlichkeit auftritt, derart, daß bereits geringfügige Reize, wie Erfassen oder leichtes Drücken einer Hautfalte, Streichen mit dem Finger oder einer Nadelkuppe, Berühren mit einem kalten Gegenstand, ja manchmal schon einfache leise Berührung oder Streichen mit einem Wattebausch, ein höchst unangenehmes Gefühl, vielfach sogar lebhaften Schmerz auslöst. An behaarten Körperstellen genügt manchmal das Streichen über die Haare, um ein arges Wehgefühl wachzurufen. Diese hyperalgetischen bzw. hyperpathischen Hautzonen, gemeinhin Head'sche Zonen genannt, sind oft sehr scharf begrenzt. Ihrer Aus-



Abb. 40.
Cutane Hyperalgesie bei Ulcus ventriculi, das siebente bis neunte Thoracadermatom umfassend.

dehnung und Form nach entsprechen sie vielfach genau den cutanen Segmental- oder Wurzelzonen, den Dermatomen.

Nach Head umfaßt die Hyperalgesie bei der Erkrankung eines bestimmten inneren Organes diejenigen Dermatome, welche von denselben spinalen Wurzeln wie das erkrankte innere Organ versorgt werden, oder anders gesprochen diejenigen Dermatome, welche in den gleichen spinalen Segmenten wie das erkrankte Organ vertreten sind. So fand z. B. Head bei Erkrankungen des Magens eine Hyperalgesie im 7. bis 9. Thoracaldermatom (vgl. Abb. 40), bei Erkrankungen des Herzens hauptsächlich im 1.—3. Thoracaldermatom, bei Erkrankungen des Rectums im 3.—4. oder auch 2.—4. Sacraldermatom. Ein Blick auf die Head'schen Abbildungen der hyperalgetischen Zonen bei den einzelnen Organerkrankungen in seinem bekannten Buche belehrt uns ferner darüber, daß die

Hyperalgesie nicht nur die Dermatome, welche denjenigen Thoracalsegmenten entsprechen. die die sympathischen afferenten Visceralbahnen aufnehmen, sondern vielfach auch die oberen Cervicaldermatome C_3, C_4 umfaßt; das gilt besonders für Herz und Aorta ascendens, für Lunge, Magen, Leber, Gallenblase, Milz und, wie ich hinzufügen möchte, auch für die Organe des kleinen Beckens. Die Hyperalgesie im Bereich der dritten, vierten (eventuell auch fünften) Cervicalzone ist nur so zu erklären, daß der Phrenicus afferente Fasern dieser Organe führt und daß der Reiz aus dem erkrankten Organ via Phrenicus in die spinalen Ursprungssegmente dieses Nerven (C_3, C_4, C_5) geleitet wird, die bekanntlich gleichzeitig die Haut der Schulter und des Halses versorgen. Ich habe bereits früher darauf aufmerksam gemacht, daß diese hyperpathischen Halszonen einer der Gründe sind, welche für die sensible Versorgung der genannten Organe durch den Phrenicus sprechen.

Nun treten aber auch bei Erkrankungen des Herzens, der Aorta ascendens, der Lungen, der Bronchien, des Magens, des Darmes, der Leber und Gallenblase hyperalgetische Zonen im Gesicht, im Trigeminusgebiet und im 2. Cervicaldermatom auf. Head selbst hat für diese Zonen die visceralen Vagusfasern in Anspruch genommen, welche bekanntlich im Nucleus solitarius enden, der in der Oblongata und im obersten Halsmark gelegen ist und in engster funktioneller Beziehung zum Trigeminuskern und Hinterhorn des zweiten Cervicalsegmentes steht.

Es ist vielfach gegen die Head'schen Zonen und ihre Bedeutung Einspruch erhoben worden. Aber zahlreiche Autoren haben ihr Vorkommen bestätigt (Moll, Charante, Meumann, L. R. Müller, Bergmann, Kauffmann u. a.). Kappis sagt in seinem bereits mehrfach zitierten Referate über die Sensibilität der Bauchhöhle, daß, wenn auch die Head'schen Zonen bei inneren Erkrankungen nicht regelmäßig und gleichmäßig vorkommen, doch ihr Vorkommen über allen Zweifel erhaben sei. Ihr diagnostischer Wert ist meines Erachtens offenbar geringer als ihre patho-physiologische Bedeutung.

Die Hyperalgesie bzw. Hyperpathie bei Erkrankungen innerer Organe betrifft nun sehr oft nicht nur die Haut, sondern in gleichem oder gar noch stärkerem Maße auch die Tiefensubstrate besonders die Muskeln, vielfach auch die Knochen speziell die Rippen.

Ferner zeigt sich, daß bei Erkrankung eines bestimmten Organes nicht nur die zugehörigen Hautdermatome, sondern gelegentlich auch ein anderes an sich gesundes inneres Organ, welches von demselben spinalen Segment wie das erkrankte Organ versorgt wird, hyperalgetisch wird. Das bekannteste Beispiel ist die abnorme Druckschmerzhaftigkeit des Hodens bei Ureterenerkrankung speziell bei Ureterensteinen: Hoden

und Ureteren sind beide dem 10.—12. Thoracal- und 1. Lendensegment unterstellt. Bei Colitis verläuft nicht selten die Menstruation abnorm schmerzhaft, Colon einerseits und Ovarien und Uterus andererseits sind beide den gleichen spinalen Segmenten D_{10}—D_{12} und L_1 zugeordnet. Hierher gehören auch Erfahrungen, die man manchmal bei latenten abgeheilten Erkrankungen innerer Organe machen kann. So habe ich einen Kranken beobachtet, der an einem alten Ulcus ventriculi litt, das seit Jahren nicht die geringsten Beschwerden mehr bereitete. Der Kranke bekam zufällig einen Furunkel links neben dem Dorn des 9. Brustwirbels, also im Bereich des 7. Thoracaldermatoms und damit setzten seine alten Magenschmerzen wieder ein: als der Furunkel abgeheilt war, waren auch die Magenschmerzen wieder verschwunden. Es entstanden in der Folge noch mehrfach Furunkel in der Nachbarschaft, im Bereiche des 7. und 8. Thoracaldermatoms, die jedesmal mit heftigen Magenschmerzen verbunden waren. Als ein Furunkel weiter oben in der Höhe des 5. Dorsalwirbeldorns (4. Dorsaldermatom) auftrat, fehlten die konkomitierenden Magenschmerzen vollkommen. Wir dürfen aus solchen Beobachtungen schließen, daß ebenso wie die Erkrankung eines inneren Organes zu einer Hyperalgesie des zugehörigen Hautdermatoms führt, auch eine Erkrankung innerhalb eines bestimmten Hautdermatoms eine Hyperalgesie des zugehörigen inneren Organs im Gefolge hat. In beiden Fällen wird das betreffende Hinterhornsegment als Ganzes durch den ständig von der Peripherie zufließenden Erregungsstrom in einen Zustand der Übererregbarkeit versetzt, so daß ein sonst unterschwelliger Reiz in der Peripherie Schmerz erzeugt, mag dieser Reiz bei einer bestehenden Magenerkrankung in einer Pinselberührung der Haut bestehen, oder mag er bei einem Furunkel am Rücken im Bereiche des 7. oder 8. Dorsaldermatoms, im Magen von einer alten, an sich schmerzlosen Ulcusnarbe ausgehen.

In diesen Zusammenhang gehören auch Beobachtungen, die ich bei Neuropathen mehrfach gemacht habe, und die das gemein haben, daß Haut- oder Weichteilaffektionen von schmerzhaften Sensationen in der Sphäre bestimmter Organe begleitet sein können, auch wenn keine Erkrankung der letzteren besteht. So klagte einer meiner Kranken, der eine Brandwunde an der Rückseite des Oberschenkels, also im Bereiche des 2. Sacraldermatoms, hatte, gleichzeitig über heftige Blasenschmerzen, obwohl von einer Blasenerkrankung nicht das Geringste festzustellen war; mit dem Abheilen der Wunde am Oberschenkel waren auch die Blasenschmerzen verschwunden. Ein anderer Kranker, welcher an einer Anacidität litt und deswegen regelmäßig Salzsäure einnahm, bekam, als er sich eine Verbrennung im Bereiche des Epigastriums zugezogen hatte,

eine furchtbare Magenempfindlichkeit und konnte während dieser Zeit weder die Salzsäure, noch auch alle möglichen anderen Speisen, besonders kalte oder etwas zu warme Getränke, rohes Obst u. a. zu sich nehmen. Als die Verbrennung abgeheilt war, war auch die Magenempfindlichkeit geschwunden.

Alle diese hier mitgeteilten Beobachtungen, die Hyperalgesie bestimmter Hautdermatome bzw. der analogen subcutanen Segmentalbezirke bei Erkrankungen eines bestimmten inneren Organs, die abnorme Druckschmerzhaftigkeit eines an sich gesunden Organs bei Erkrankung eines anderen den gleichen Spinalsegmenten unterstellten Organs, die abnorme Empfindlichkeit eines gesunden inneren Organs bei Hautaffektionen im Bereiche der koordinierten Hautdermatome bringen die funktionelle Einheit des spinalen Hinterhornsegmentes mehr oder weniger klar zum Ausdruck. Wenn innerhalb eines bestimmten Körpermetamers ein irritativer krankhafter Prozeß spielt, mag dieser in einem zu dem betreffenden Metamer gehörigen inneren Organe oder im subcutanen Gewebe oder in der Haut liegen, allemal wird durch die von dem Krankheitsprozeß ausgehenden afferenten Erregungen das zugehörige Hinterhornsegment als Ganzes in einen Zustand der Übererregbarkeit versetzt und diese bedingt es, daß für Reize, welche irgendwo im Bereiche des betreffenden Körpermetamers appliziert werden, die Schmerzschwelle niedriger liegt als im Bereiche anderer Körpermetamere (echte Hyperalgesie), oder daß bei gleicher Schwellenhöhe der Schmerz den Charakter der Hyperpathie trägt. Diese Einheit des Hinterhornsegmentes tritt auch, ähnlich wie bei der lokalen Strychninvergiftung eines Hinterhornes, manchmal bei irritativen Krankheitsprozessen der hinteren Wurzeln, besonders bei der Tabes dorsalis zutage. Ich darf vielleicht in diesem Zusammenhang daran erinnern, daß es die bei tabischen gastrischen Krisen fast konstant zu beobachtenden hyperpathischen Zonen im Bereiche der thoracalen Dermatome gewesen sind, welche mich seinerzeit zu der Auffassung geführt haben, daß der gastrischen Krise ein Reizzustand der innerhalb der thoracalen Wurzeln verlaufenden afferenten sympathischen Fasern des Magens zugrunde liegen müsse, und daß ich auf diese Überlegung den Vorschlag, die gastrischen Krisen durch Resektion der entsprechenden hinteren Dorsalwurzeln zu beeinflussen, aufgebaut habe.

In der funktionellen Einheit des Hinterhornsegmentes spiegelt sich die metamere Anlage des Körpers wieder. Jedes Körpermetamer und das ihm zugeordnete Spinalganglion, das entsprechende Wurzelpaar (vordere und hintere Wurzel) und das zugehörige spinale Segment stellen gleichsam ein zusammengehöriges Ganzes dar. Die funktionelle

Zusammenfassung findet, soweit das afferente System des Metamers in Betracht kommt, in der Hauptsache sicher im spinalen Hinterhornsegment statt, in der Weise, wie wir es geschildert haben. Es darf aber, gerade mit Rücksicht auf die dermatomale Hyperalgesie bei Erkrankungen der inneren Organe, nicht unerwähnt bleiben, daß eine ähnliche Zusammenfassung auch schon im Spinalganglion stattfindet. Die durch die Rami communicantes und die Spinalnerven ins Spinalganglion eintretenden viszeralen Fasern umspinnen mit ihren Endbäumchen einmal Ganglienzellen, die keine zur Peripherie gerichteten Neuriten, sondern nur einen durch die hintere Wurzel zentralwärts ins Rückenmark ziehenden Achsenzylinderfortsatz besitzen, diese Elemente stellen also die eigentliche viszerale afferente Bahn dar; teils aber umspinnen die viszeralen Fasern im Ganglion spinale Ganglienzellen, deren peripherer Fortsatz durch den Spinalnerven zur Haut und deren zentraler Neurit durch die hintere Wurzel ins Rückenmark gelangt. Es treffen also an einer und derselben Spinalganglienzelle cutane und viscerale afferente Fasern zusammen. Die funktionelle Einheit des Metamers kommt hier also direkt strukturell zum Ausdruck. Ob ähnliche Verhältnisse auch an Ganglienzellen des Hinterhorns vorhanden sind, wissen wir bisher nicht.

Die funktionelle Einheit des Hinterhornsegmentes spielt nun auch eine bedeutende Rolle bei der Lokalisation des Schmerzes. Ich habe von dieser absichtlich bisher nur andeutungsweise gesprochen, weil das Problem der Schmerzlokalisation ohne den soeben gewonnenen Einblick in das Wesen der funktionellen Einheit des Hinterhornsegmentes nicht zu lösen ist. Zunächst muß hervorgehoben werden, daß die dem Schmerzsystem als solchem eigene Fähigkeit der räumlichen Wertung eines Reizes eine sehr mangelhafte ist. Die Lokalzeichen des Schmerzsystems sind schlecht ausgebildet, präziser gesprochen, die Schmerzrezeptoren und die Leitungsbahnen des Schmerzsystems liefern dem Cortex cerebri, an dessen Tätigkeit Lokalisation und Diskrimination in erster Linie gebunden sind, nur höchst mangelhafte Merkmale. Wenn unter normalen Verhältnissen ein punktförmiger Schmerzreiz relativ gut lokalisiert wird und zwei gleichzeitig applizierte, räumlich getrennte Reize als solche bei relativ geringem Abstand differenziert werden, so rührt das in erster Linie davon her, daß gleichzeitig mit den Schmerzrezeptoren die Tangorezeptoren mit erregt werden. Die relativ gute Lokalisation eines Schmerzreizes und die relativ gute räumliche Diskrimination zweier oder mehrerer gleichzeitig applizierter Reize kommt im wesentlichen auf das Konto der gleichzeitigen Erregung des perzeptorisch-epikritischen Systems, das dem Cortex cerebri sehr präzise Lokalzeichen liefert. Im

übrigen habe ich bereits eingangs erwähnt, daß die Lokalisation und räumliche Diskrimination punktförmiger Schmerzreize auch schon in der Norm schlechter ist als die punktförmiger Druckreize. Daß das Schmerzsystem als solches mit sehr mangelhaften Lokalzeichen ausgestattet ist, ersehen wir am deutlichsten bei peripheren Nervenläsionen, bei denen, wie bereits früher ausgeführt, nicht selten in bestimmten Hautbezirken nur das Schmerzgefühl erhalten ist, die Empfindungen aber fehlen; ferner besonders bei der Nervenregeneration, bei der sich in anfangs total deafferentierten Hautbezirken zunächst nur das Schmerzgefühl wieder herstellt, während die Empfindungssysteme noch für lange Zeit völlig ausfallen. Unter derartigen Bedingungen läßt sich feststellen, daß ein punktförmiger Schmerzreiz höchst mangelhaft lokalisiert wird, der Lokalisationsfehler beträgt z. B. an den Fingern 4—6—8—10 cm und mehr (gegenüber 0,4—0,5 der Norm), und vor allem ist die räumliche Differenzierung zweier gleichzeitig applizierter, räumlich getrennter Schmerzreize eine ganz ungenügende. Die Reizschwelle bei der Prüfung mit dem Weber'schen Spitzenzirkel kann 10 cm an den Fingern übersteigen, ja manchmal gar nicht meßbar sein, weil die Ausdehnung des Hautgebietes, innerhalb dessen nur das Schmerzgefühl erhalten ist, hierfür nicht ausreicht. Ferner fällt in solchen nur mit Schmerzgefühl ausgestatteten Hautbezirken bezüglich der räumlichen Wertung der Schmerzreize die Neigung zur I r r a d i a t i o n auf: ein punktförmiger Schmerzreiz wird nicht punktförmig, sondern flächenhaft gefühlt, der Schmerz erscheint über das ganze algetische Gebiet mehr oder weniger gleichmäßig ausgebreitet, ja vielfach irradiiert er über die Grenzen des algetischen Gebietes hinaus. Die Grenzen der Schmerzirradiation sind ja schwer genau festzustellen, aber es kommt z. B. bei einer Medianusunterbrechung vor, daß bei einem am Daumen applizierten Nadelstich der Schmerz nicht nur in den Daumen, 2., 3. und 4. Finger, in die radiale Hälfte der Hand, sondern auch in die radiale Hälfte des Vorderarmes und Oberarmes verlegt wird. Wir sehen also, daß sich die Schmerzirradiation über 3 Dermatome hinweg erstreckt (C_5, C_6, C_7), die sich an der Stelle des Angriffspunktes des Reizes, am Daumen, überlagern, es werden offenbar das 5., 6. und 7. cervicale Hinterhornsegment durch den am Daumen angreifenden Reiz in toto erregt. Daß diese Irradiation normaliter nicht stattfindet, daß normaliter der Nadelstich am Daumen relativ eng umschrieben gefühlt wird, kann meines Erachtens nur auf die gleichzeitige Miterregung des Empfindungssystemes zurückgeführt werden, das, wie wir ja bereits ausführlich hervorgehoben haben, einen inhibitorischen Einfluß auf das Schmerzsystem ausübt; dieser hemmende Einfluß greift offenbar bereits in den Hinterhörnern an, er verhindert

in unserem speziell gewählten Beispiel erstens, daß das 5. und 7. Hinterhornsegment durch den Reiz am Daumen überschwellig erregt werden, und zweitens verhindert er offenbar innerhalb des 6. Hinterhornsegmentes selbst, daß außer den dem gereizten Hautpunkte zugeordneten Zellelementen auch die anderen Elemente dieses Hinterhornsegmentes in überschwellige Erregung geraten.

Wenn sich ein irritativer Krankheitsprozeß in den Tiefensubstraten abspielt, so ist die Lokalisation des Schmerzes, auch wenn keine Störung der Empfindungssysteme vorliegt, weniger genau als bei Hautreizen und die Neigung zur Irradiation des Schmerzes ist eine beträchtliche, vielfach wird der Schmerz auch in die bedeckende Haut projiziert. Das Tiefenschmerzsystem ist offenbar mindestens ebenso arm an Lokalzeichen wie das Hautschmerzsystem und es wird scheinbar durch die gleichzeitige Miterregung des tiefen Empfindungssystems weniger gut ergänzt und weniger umfangreich inhibiert wie das kutane Schmerzsystem durch das kutane Empfindungssystem.

Noch weit ärmer an Lokalzeichen ist das Schmerzsystem der inneren Organe. Von einem Empfindungssystem der Eingeweide im eigentlichen Sinne können wir wohl überhaupt kaum sprechen. Das gesamte viscerale afferente Nervensystem entbehrt der Lokalzeichen fast ganz, wenigstens bei den meisten Individuen. Die Lokalisation des Schmerzes bei Erkrankungen der inneren Organe ist bekanntlich meist eine recht mangelhafte. Gewiß darf nicht übersehen werden, daß z. B. bei intracraniellen Prozessen vielfach über Kopfschmerz, bei Erkrankungen der Lunge über Brustschmerzen, bei Erkrankungen des Herzens oder der Aorta über Schmerzen in der Herzgegend und der Sternalgegend, bei Erkrankungen des Magens oder Darmes über Schmerzen in der Magengegend bzw. über Leibschmerzen, bei Erkrankungen der Blase über Schmerzen in der Blasengegend geklagt wird. Also eine Lokalisation des Schmerzes im Groben findet bei Visceralerkrankungen häufig statt. Die Genauigkeit der Schmerzlokalisation bei Organerkrankungen ist offenbar individuell recht verschieden. Es gibt Individuen, die bei der Erkrankung eines inneren Organes den Schmerz auffallend gut lokalisieren. Beachtenswerterweise sind das oft Neuropathen. So beobachte ich zurzeit eine Kranke, welche eine kleine, auf dem Boden eines Varix entstandene Ulzeration des linken Hauptbronchus hat. Diese Kranke lokalisiert den Schmerz ganz auffallend genau in die Tiefe der Brust, sie gibt genau an, in welcher Höhe das Geschwür liegt, wie weit es von der Mittellinie, und wie weit es von der vorderen Brustwand entfernt ist. Wenn wir also auch im allgemeinen die Lokalisation des Organschmerzes als ungenau und diffus

bezeichnen dürfen, so ist dieselbe doch andererseits offenbar individuell recht verschieden ausgeprägt.

Im allgemeinen wird angenommen, daß bei inneren Erkrankungen die Schmerzlokalisation dann eine präzisere ist, wenn das parietale Peritoneum oder die Pleura costalis in den Krankheitsprozeß mit einbezogen sind, oder wenn das erkrankte innere Organ einen ständigen starken Druck auf den ihm anliegenden Abschnitt der parietalen Serosa ausübt. Die Pleura costalis und das Peritoneum parietale werden bekanntlich von den zu den Cerebrospinalnerven gehörenden Nn. intercostales versorgt, deren Rezeptoren die für eine genauere Lokalisation erforderlichen Lokalzeichen zu liefern imstande sind. Bezüglich derjenigen Erkrankungen innerer Organe, bei denen die parietale Serosa nicht in Mitleidenschaft gezogen ist, gehen die Ansichten der einzelnen Autoren über die Schmerzlokalisation sehr auseinander. Kappis hat in seinem oben bereits erwähnten Referate diese Frage eingehend erörtert und die verschiedenen Ansichten, welche besonders von Lennander, Head, Mackenzie, Brünning, Kulenkampff, Vorschütz, Melchior, Mendel, Boas, Bergmann, Kauffmann, V. Hoffmann u. a. entwickelt worden sind, diskutiert. Allgemeingültige Angaben lassen sich über die Lokalisation des Visceralschmerzes sicher nicht aufstellen. So viel steht fest, daß der Schmerz vielfach nicht an die Stelle des erkrankten Organs selbst, sondern in die Wandungen der Leibes- oder Brusthöhle projiziert wird, so bei Magenerkrankungen in das Epigastrium oder in den Rücken, bei akuter Pancreatitis häufig in eine linksseitige, den Thorax halbringförmig umziehende Zone, die hinten neben dem 10. Brustwirbeldorn beginnt und vorn etwas unterhalb des Proc. xiphoideus endet, bei Appendicitis vielfach in das Epigastrium und in die Nabelgegend, bei Herz- und Aortenerkrankungen in die vordere Brustwand und die Innenseite des linken Armes. J. Mackenzie lokalisiert in schematischer Weise den Magenschmerz im oberen, den Dünndarmschmerz im mittleren und den Dickdarmschmerz im unteren Drittel der vorderen Bauchwand, jederseits etwa 2 Querfinger zu beiden Seiten der Mittellinie. Am eingehendsten hat H. Head die Projektion der viszeral bedingten Schmerzen auf die Körperoberfläche studiert. Nach seiner Lehre wird der Schmerz in diejenigen Segmentalzonen der Körperoberfläche verlegt, welche denselben spinalen Segmenten zugeordnet sind, wie das betreffende erkrankte Organ.

Vielfach konzentriert sich der Schmerz dabei an besonderen eng umschriebenen Punkten innerhalb dieser Segmentalzonen, in den sogenannten Maximalpunkten. Jede Wurzel oder Segmentalzone besitzt nach Head zwei Maximalpunkte, einen vorderen und einen hinteren Maximalpunkt (s. Abb. 41). So wird z. B. nach Head der Schmerz bei Magenerkrankungen in die Maximalpunkte D_6—D_9 vorn oder hinten

oder vorn und hinten, bei Leber- oder Gallenblasenerkrankungen in die Maximalpunkte D_7—D_{10} verlegt, in dem einen Fall mehr in diesen, im anderen in jenen der in Betracht kommenden Maximalpunkte.

Die Bedeutung dieser sogenannten Maximalpunkte geht meines Erachtens besonders klar daraus hervor, daß bei Erkrankung bestimmter hinterer Wurzeln der Schmerz nicht selten auch gerade in Maximalpunkte lokalisiert wird. Ich habe das bei den verschiedensten radikulären Affektionen beobachtet, bei syphilitischer Wurzelneuritis, bei tuberkulöser Wurzelneuritis im Verlaufe der Wirbelsäulentuberkulose, bei extraduralen und besonders bei intraduralen extramedullaren Tumoren, speziell bei den von den Wurzeln ausgehenden Neurinomen.

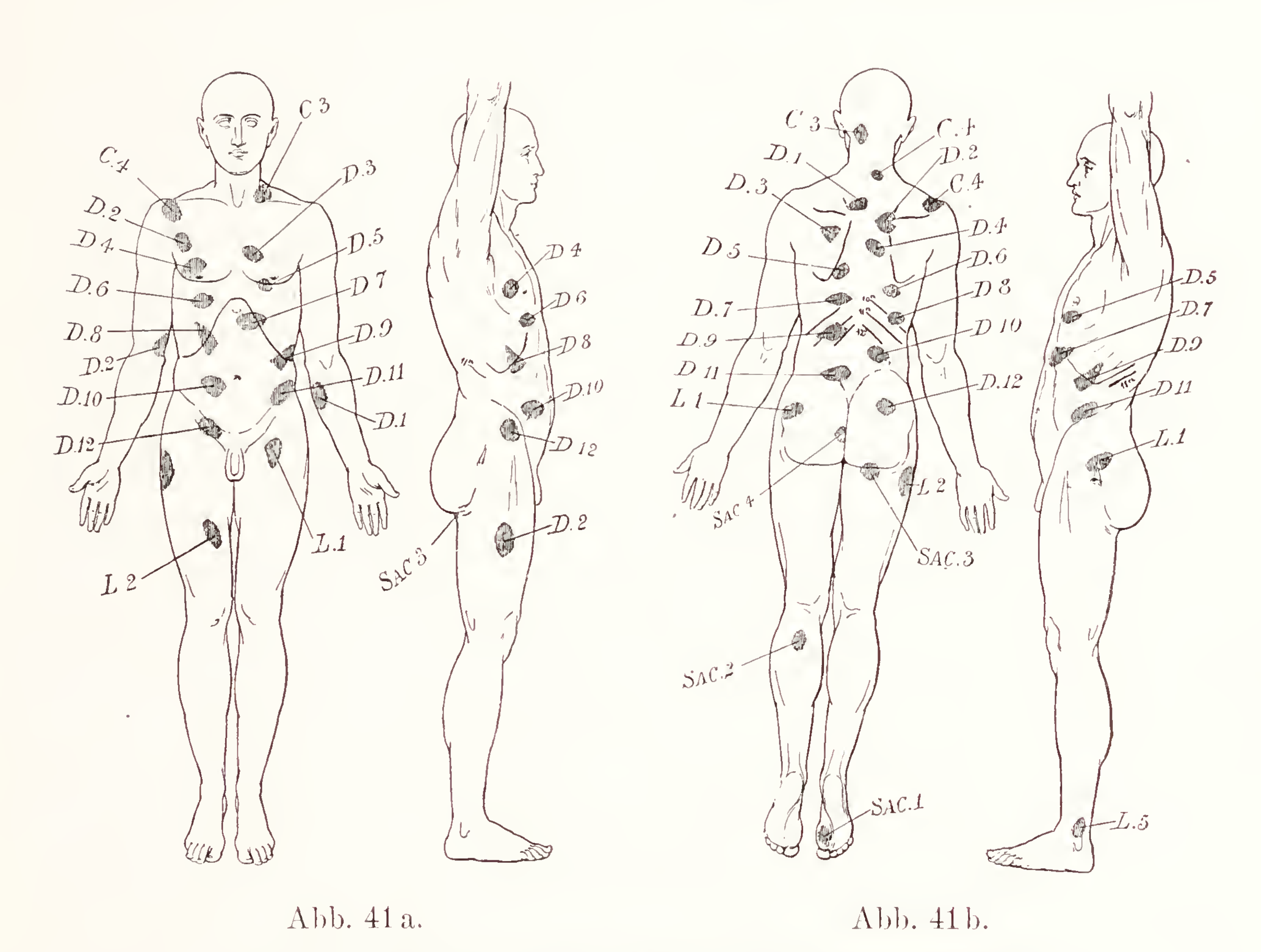


Abb. 41 a. Abb. 41 b.

Schema der segmentalen Maximalpunkte nach Head.

So habe ich z. B. in einem Falle von Neurinom der hinteren sechsten Dorsalwurzel die Lokaldiagnose nur dadurch stellen können, daß der Kranke stets über einen bohrenden Schmerz dicht unterhalb des Scapularwinkels und manchmal auch vorn in der Mamillarlinie in der Höhe der 5. Rippe klagte; außerdem bestand eine ausgesprochene Hyperpathie im ganzen 6. Thoracaldermatom. Die Biopsie bestätigte die Lokaldiagnose und lehrte, daß diesen Maximalpunkten und hyperpathischen Segmentalzonen gelegentlich eine an mathematische Sicherheit grenzende Bedeutung zukommt. Ferner habe ich bereits weiter oben darauf hingewiesen, daß bei Reizung des distalen Stumpfes einer durchschnittenen hinteren Wurzel infolge der antidromen Leitung, aber ebenso auch bei Reizung des zentralen Stumpfes einer durchschnittenen vorderen Wurzel der Schmerz vielfach genau in die Maximalpunkte der betreffenden Wurzelzonen verlegt wird.

Bei der Verlegung des Visceralschmerzes in die cutanen Dermatome handelt er sich also vielfach nicht nur um eine einfache Irradiation, sondern, insofern als ein Organschmerz vielfach überhaupt nicht besteht, um eine falsche Projektion des Schmerzreizes auf abgelegene Körperstellen. Die Projektion des Schmerzes auf die Körperoberfläche hängt wie die Hyperalgesie bestimmter Dermatome bei inneren Erkrankungen damit zusammen, daß die von einem bestimmten inneren Organ stammenden afferenten sympathischen Fasern und die aus bestimmten kutanen Dermatomen stammenden sensiblen Fasern in den gleichen Wurzeln verlaufen und teils innerhalb der Spinalganglien, teils vor allem innerhalb der Hinterhörner der entsprechenden Rückenmarkssegmente miteinander in enge Beziehung treten. Teils umspinnen, wie ja schon erwähnt, die afferenten visceralen Fasern im Spinalganglion dort gelegene Ganglienzellen, vielleicht sogar Ganglienzellen, deren peripherer Fortsatz durch den Spinalnerven zur Haut zieht. Teils, und das ist wohl die wichtigste Unterlage für die Irradiation des Viszeralschmerzes und die falsche Projektion desselben in die Hautdecken, stoßen innerhalb des Rückenmarks alle aus einem bestimmten Dermatom, einer bestimmten subcutanen Segmentalzone und aus einem bestimmten inneren Organ stammenden afferenten Fasern in den Hinterhörnern der betreffenden Rückenmarkssegmente zusammen. Die Lokalisation sensibler Reize beruht, wie schon bemerkt, in erster Linie auf einer bestimmten Leistung des Cortex cerebri, der die ihm von der Peripherie durch bestimmte Bahnen und eingeschaltete graue Massen zugeleiteten „Lokalzeichen" verarbeitet. Von den inneren Organen fließen aber offenbar dem Cortex nur ungenügende oder gar keine Lokalzeichen zu. Aber bei Erkrankung eines inneren Organs stehen bestimmte Hinterhornsegmente unter einem dauernden afferenten Erregungsstrom. Durch diesen werden sie infolge der funktionellen Einheit, die sie bilden, als Ganzes erregt, weil eine gleichzeitige Miterregung des perceptorisch epikritischen Systems, das die Eingeweide nicht oder nur in höchst mangelhafter Ausbildung besitzen, fehlt, und dieser Erregungszustand des gesamten Hinterhornsegmentes wird zum Cortex cerebri weiter geleitet. Der Cortex cerebri projiziert nun diesen ihm übermittelten Erregungszustand des betreffenden Hinterhornsegmentes, an die Stelle der Körperperipherie, von der aus ihm erfahrungsgemäß am häufigsten Schmerzreize zufließen und das ist das zugehörige Hautdermatom bzw. die zugehörige subkutane Segmentzone. Die Projektion des Visceralschmerzes auf die Körperoberfläche ist also die Folge der mangelhaften Ausstattung des afferenten Visceralsystems mit Lokalzeichen und die Folge der funktionellen Einheit der spinalen Hinterhornsegmente. Von

der falschen Projektion des Schmerzes bei Erregung des visceralen afferenten Nervensystems konnte ich mich ausgezeichnet in einem Falle überzeugen, in dem ich den linken Splanchnicus major durchtrennt und den zentralen Stumpf elektrisch gereizt habe. Der dabei auftretende Schmerz wurde zunächst in den vorderen Maximalpunkt des sechsten Thoracaldermatoms lokalisiert, bei etwas stärkerer Reizung breitete er sich auf die ganze sechste bis neunte cutane Thoracalzone aus, und erst bei maximaler Reizung klagte der Kranke auch über heftigen „Leibschmerz" in der Magengegend. Einen besseren Beweis dafür, daß die aus den Abdominalorganen stammenden afferenten visceralen Fasern in bestimmten Rückenmarkssegmenten mit den aus der sechsten bis neunten cutanen Segmentzone stammenden Fasern zusammenstoßen, kann es kaum geben und es ist bezeichnend, daß die durch den elektrischen Reiz des Splanchnicus erzeugte und dessen Ursprungssegmenten zugeleitete Erregung zunächst in die Haut projiziert wird. In diesen Zusammenhang gehören auch andere von mir gemachte Beobachtungen über falsche Schmerzprojektion. Das Tentorium cerebelli wird vom N. recurrens des I. Trigeminusastes versorgt. Ich habe bereits eingangs darauf aufmerksam gemacht, daß dasselbe sich vielfach als recht schmerzempfindlich erweist. Ich habe nun mehrfach bei mechanischer oder elektrischer Reizung desselben festgestellt, daß der Schmerz in die Haut der Stirn und in das Auge projiziert wird. Bei Reizung der Dura der hinteren Schädelgrube, die vom Ramus auricularis N. Vagi versorgt wird, wird der Schmerz bisweilen in den äußeren Gehörgang und in das Trommelfell projiziert, bei Reizung der Dura der mittleren Schädelgrube (III. Trigeminusast) in die Schläfe oder auch in die Zähne des Unterkiefers, bei Reizung der vorderen Schädelgrube in die Zähne des Oberkiefers. Das ist natürlich auch nur so zu verstehen, daß die Erregung der visceralen Nervenfasern der Dura zentralwärts geleitet wird, die Ganglienzellen der Kernsäule der absteigenden Quintuswurzel bzw. des Nucleus solitarius in ihrer Gesamtheit erregt und daß diese Hinterhornerregung insgesamt dem Cortex übermittelt und von ihm in die Hautdecken oder oberflächlichere Organe wie die Zähne projiziert wird.

VI.

Ihre cerebropetale Fortsetzung findet die Schmerzleitung vom Hinterhorn aus durch den gekreuzten Vorderseitenstrang des Rückenmarkes. Aus den Ganglienzellen der Hinterhörner entspringt eine Bahn, welche die Mittellinie passiert und im Areal des Vorderseitenstranges aufwärts zieht. Die Kreuzung erfolgt nicht unmittelbar in horizontaler Ebene, sondern in schräg aufsteigender Richtung: die

aus einem Hinterhornsegment stammenden Fasern kreuzen im Bereiche des nächst höheren Segmentes, am oberen Pole dieses letzteren ist die Kreuzung nach meinen Erfahrungen bereits vollkommen vollzogen. Ich habe in einem Falle von Durchschneidung des Vorderseitenstranges am oberenEnde des 3. Dorsalsegmentes eine totale, bis 2 Querfinger oberhalb der Mamilla reichende, also das 4. Dorsaldermatom umfassende Analgesie und Thermanästhesie beobachtet (s. Abb. 42), und in einem Falle von Vorderseitenstrangdurchschneidung am oberen Pole des 6. Cervicalsegmentes umfaßte die gekreuzte Analgesie und Thermanästhesie alle Dermatome bis zum 7. Cervicalsegment einschließlich (s. Abb. 43). In einem Falle von doppelseitiger Vorderseitenstrangdurchschneidung am oberen Ende des 5. Thoracalsegmentes waren alle Dermatome von D_6—S_3 analgetisch und thermanästhetisch (Abb. 44). In diesen 3 Fällen hat sich also



Abb. 42a.

Abb. 42.
Thermanalgesie nach Vorderseitenstrangdurchschneidung am oberen Pole des dritten Thoracalsegmentes.



Abb. 42b.

die gesamte Kreuzung innerhalb der Höhe eines Segmentes vollzogen. Die Ansichten der Autoren variieren bezüglich der Frage, über wieviel Segmente sich die Kreuzung der von einem Hinterhornsegmente entspringenden Bahn erstreckt, sehr untereinander, die meisten nehmen hierfür eine größere Höhenausdehnung, 2, 3, ja 5 Segmente, in Anspruch. Ich halte aber an meiner Meinung auch auf Grund zahlreicher klinischer Beobachtungen fest, die Fälle betreffen, in denen ein einseitiger Rückenmarksherd mit einer homolateralen, nur eine Segmentalzone umfassenden und einer gekreuzten Analgesie und Thermanästhesie von der nächst folgenden Segmentalzone ab einherging (vgl. Abb. 45).

Gerade wie wir im Hinterhorn getrennte Elemente für die Schmerzleitung und die Leitung der Temperaturempfindungen annehmen müssen, so nehmen auch im Areal des Vorderseitenstranges die Bahnen des Schmerzgefühls eine gesonderte Lage ein, ebenso wie die der Temperatur-



Abb. 43a.

Abb. 43.
Thermanalgesie nach Vorderseitenstrangdurchschneidung am oberen Pole von D_6.



Abb. 43b.



Abb. 44.

Abb. 44.
Thermanalgesie nach Vorderseitenstrangdurchschneidung am oberen Pole von D_5.

Abb. 45.
Thermanalgesie des neunten Thoracaldermatoms rechts und gekreuzte Thermanalgesie der Dermatome D_{10}—S_3 bei einer Halbseitenzerstörung des Markes im Bereiche des rechten neunten Dorsalsegmentes.



Abb. 45.

empfindung. Außerdem passieren durch den Vorderseitenstrang auch Bahnen für die Berührungs- und Druckempfindung; da aber diesen beiden letzteren Qualitäten gleichzeitig der Weg über die ungekreuzten Hinterstränge zur Verfügung steht, so finden wir bei isolierter Unterbrechung des Vorderseitenstranges gar keine, jedenfalls keine bleibenden Störungen der Berührungs- und Druckempfindung, sondern nur isolierte Analgesie und Thermanästhesie, genau wie bei Hinterhornläsionen. Dem Schmerzgefühl und der Temperaturempfindung steht eben im allgemeinen keine andere Bahn als der gekreuzte Vorderseitenstrang zur Verfügung

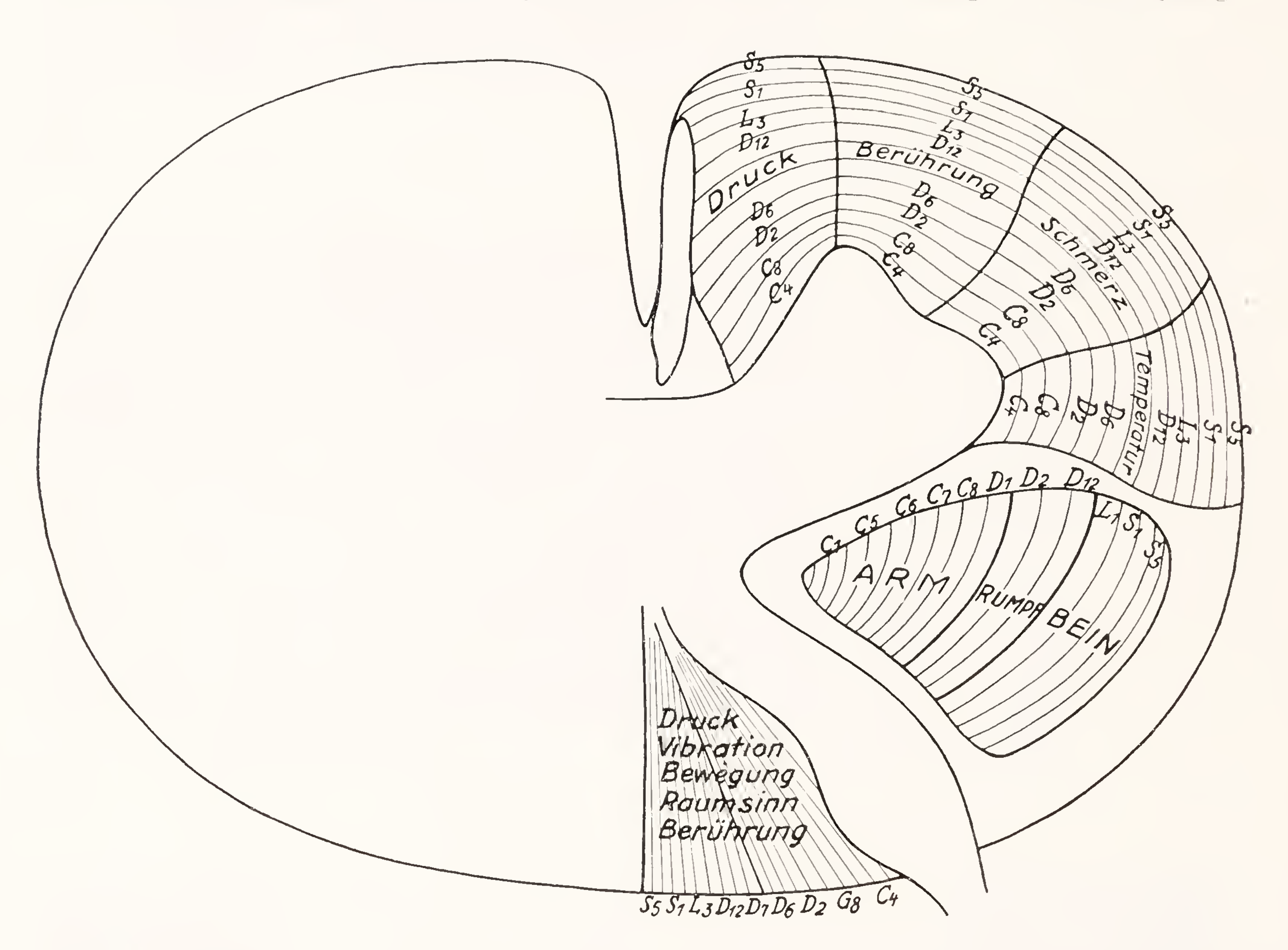


Abb. 46. Schematische Darstellung der funktionellen und segmental-lamellären Gliederung des Vorderseitenstranges.

(über Ausnahmen s. S. 113). Daß die Bahnen des Schmerzgefühls und die der Temperaturempfindung jede ein gesondertes Areal im Vorderseitenstrang einnehmen, müssen wir aus klinischen Beobachtungen folgern, denn es sind zahlreiche Fälle von Läsion des Vorderseitenstranges bekannt, in denen teils nur das Schmerzgefühl, teils nur die Temperaturempfindung gestört ist. Besonders bei traumatischen Läsionen habe ich diese Dissoziation zahlreiche Male beobachtet. Auch die Bahn der Kaltempfindung muß von der der Warmempfindung isoliert gelagert sein, denn es gibt Fälle von Läsion des Vorderseitenstranges, in denen

nur die erstere oder nur die letztere alteriert ist. Manchmal ist auch die Analgesie nur mit Kaltanästhesie oder nur mit Warmanästhesie gepaart. Es scheint, als ob von den Bahnen, welche im Vorderseitenstrang aufwärts ziehen, die Bahnen der Temperaturempfindung vulnerabler sind als die des Schmerzgefühls, und unter ersteren die der Kaltempfindung weniger resistent sind als die der Warmempfindung. Denn bei diffusen, den ganzen Vorderseitenstrang partiell schädigenden Prozessen leidet im allgemeinen die Kaltempfindung am ehesten und ausgedehntesten, das Schmerzgefühl am spätesten und am wenigsten.

Wenn wir also auch eine getrennte Lagerung der Bahnen des Schmerzgefühls innerhalb des Vorderseitenstranges annehmen müssen, so wissen wir doch andererseits bisher nichts Sicheres darüber, welches Areal speziell die Schmerzbahnen und welches die Temperatursinnbahnen einnehmen. Nach dieser Richtung sind weitere Untersuchungen dringend geboten. Ich verlege vorläufig die Temperatursinnbahnen in den dorsalen Teil des Vorderseitenstranges und die Schmerzleitung unmittelbar ventral davon (vgl. Abb. 46).

Gerade wie im Hinterhorn alle Schmerzbahnen, mögen sie nun der Haut oder den tiefen Körperteilen, den Muskeln, Sehnen, Knochen usw., oder den Eingeweiden entstammen, zusammenstoßen, so sind auch im Vorderseitenstrang die Schmerzfasern sämtlich vereinigt. Durchschneidung oder Zerstörung der Vorderseitenstränge hebt fast stets das Schmerzgefühl der Haut, der tiefen Teile und der inneren Organe völlig auf (vgl. weiter unten S. 113). Einseitige Durchtrennung erzeugt allerdings nur kontralaterale Analgesie der Haut und Tiefensubstrate, nicht aber der Eingeweide. Die Schmerzbahnen der letzteren passieren wahrscheinlich beide Vorderseitenstränge in gleichem Maße. Erst jüngst hat Spiegel experimentell gezeigt, daß bei doppelseitiger Vorderseitenstrangdurchschneidung die Visceralsensibilität erlischt. Ich habe einen Fall von isolierter doppelseitiger Vorderseitenstrangläsion auf der Basis eines Traumas beobachtet, der an einer bis auf den Knochen greifenden ausgedehnten Phlegmone eines Unterschenkels erkrankte, ohne die geringsten Schmerzen zu verspüren. Die ausgedehnte und tiefgreifende Incision begleitete er mit wohlgefälligem Lächeln. In einem Falle von Tabes, in dem ich bereits 1912 wegen heftiger Schmerzen eines Beines den einen Vorderseitenstrang am oberen Ende des 3. Dorsalsegmentes durchtrennt habe, wurden die vorher unerträglichen Schmerzen des kontralateralen Beines unmittelbar und dauernd beseitigt, und lancinierende Schmerzen wurden fortan nur noch im gleichseitigen Bein verspürt. Vorderseitenstrangdurchschneidungen sind bei Visceralerkrankungen wegen heftiger Schmerzen mehrfach mit gutem Erfolge ausgeführt worden. Beer (1913)

hat in einem Falle von Carcinoma uteri die furchtbaren Schmerzen durch Durchscheidung des Vorderseitenstranges völlig behoben. Frazier (1920 und 1923) hatte dieselben Erfolge in Fällen von Rectumcarcinom und in einem Falle von Blasentuberkulose. E. Sachs in einem Falle von Prostatacarcinom. Bei gastrischen Krisen habe ich die Vorderseitenstrangdurchschneidung mit wechseldem Erfolge ausgeführt. Souttar hat bereits 1916 über gute Resultate der Vorderseitenstrangdurchschneidung bei gastrischen Krisen berichtet, und ganz neuerdings hat auch Sicard einen erfolgreich operierten Fall mitgeteilt. Also in der Hauptsache passiert die viscerale Schmerzbahn ebenso wie die der Haut und der subkutanen Substrate durch die Vorderseitenstränge. Über eine gelegentlich in Betracht kommende Nebenleitung wird weiter unten noch berichtet werden.

Ebenso wie im Vorderseitenstrang die Bahnen, welche der Druckempfindung, der Berührungsempfindung, dem Schmerzgefühl und der Temperaturempfindung dienen, nicht wirr durcheinander liegen, sondern jede Qualität ihr mehr oder weniger distinktes Areal einnimmt, bewahren die Fasern, welche aus einem bestimmten Hinterhornsegment entspringen, auch nach ihrer Kreuzung und ihrem Eintritt in den Vorderseitenstrang daselbst eine gesonderte Lage. Jedem Hinterhornsegment entspricht eine besondere, etwa halbkreisförmig das Vorderhorn umziehende Lamelle longitudinal gerichteter Fasern, derart, daß die den untersten Rückenmarksegmenten entstammenden Fasern am weitesten exzentrisch, die den obersten Segmenten zugehörigen Fasern am weitesten nach innen liegen (vgl. Abb. 46). Das Gesetz von der Exzentrizität der langen Bahnen im Rückenmark erscheint auch im Vorderseitenstrang streng gewahrt, ebenso wie im motorischen Hinterseitenstrang (Pyramidenbahnareal). Im Hinterstrang besteht ebenfalls eine segmentale Gliederung, nur sind hier die einzelnen Segmentallamellen radiär gerichtet, derart, daß die den untersten Segmenten entsprechenden Fasern dem Septum posterius anliegen, die den obersten Segmenten entstammenden Bahnen sich an das Hinterhorn anlehnen. Im Halsmark bildet das Septum intermedium, welches den Goll'schen und Burdach'schen Strang scheidet, die Grenzen zwischen der 6. und 7. Thoracallamelle, die 6. ist lateral, die 7. medial vom Septum intermedium gelegen (Margulis, Goldstein).

Diese lamelläre Segmentalgliederung des Vorderseitenstranges bringt es mit sich, daß bei umschriebener Zerstörung eines Teiles des Vorderseitenstranges oft nicht alle abwärts von der Läsion gelegenen Segmentalzonen des Körpers analgetisch und thermanästhetisch werden. Ein Teil der infraläsionellen Dermatome bleibt nicht selten von der Sensibilitätsstörung verschont. Bei extramedullären Tumoren, die von

außen auf das Mark einwirken, ist es ein häufiges Vorkommen, daß die obere Grenze der feststellbaren Sensibilitätsstörung nicht dem Höhensitz des Tumors entspricht, sondern um 2, 3, 4, 5 oder noch mehr Segmentalzonen zurückbleibt (vgl. Abb. 47). Das rührt z. T. daher, daß die am meisten nach innen gelegenen Segmentallamellen des Vorderseitenstranges dem Druck des Tumors längere Zeit entgehen. Mit dem fortschreitend wachsenden Druck des Tumors werden auch sie lahmgelegt, und damit rückt die obere Grenze der Sensibilitätsstörung sukzessive höher, bis sie mit dem wahren Sitz des Tumors in Übereinstimmung kommt. Diese anfängliche Diskrepanz zwischen der Ausdehnung der Sensibilitätsstörung und dem wahren Sitz des Tumors bildet eine wohlbekannte Schwierigkeit bei der Höhendiagnose des Tumor medullae spinalis.

Kompression des Markes durch einen extraduralen Tumor in der Höhe von D_5. Die taktile Anästhesie (—) reicht nur bis D_{10} aufwärts, die Analgesie (— — —) und Thermanästhesie (+ · + ·) bis D_8 aufwärts. Der Verlust des Raumsinnes der Haut reicht bis D_5 aufwärts, entspricht also dem Sitze der Kompression.

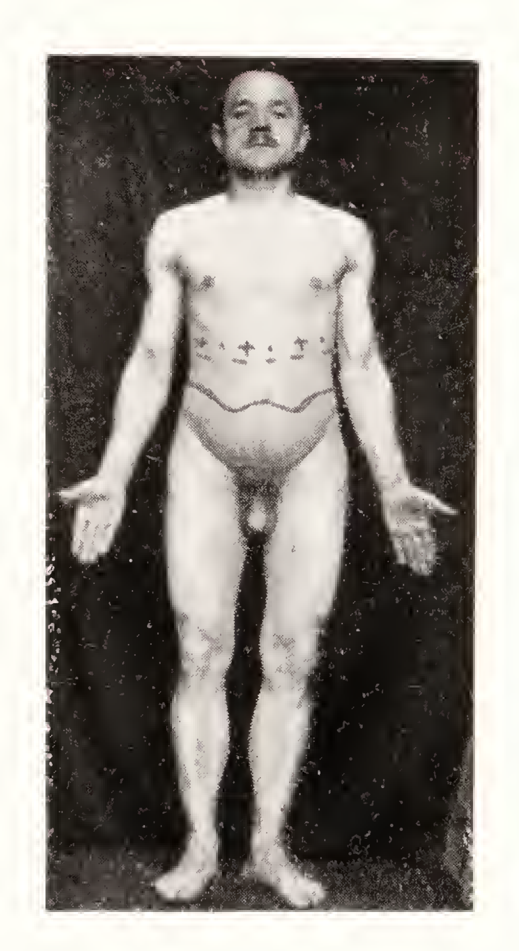


Abb. 47.

Daß bei dieser Schwierigkeit das gleichzeitige Befallensein der Hinterstränge — die entsprechend ihrer phylogenetisch jüngeren Bedeutung, viel vulnerabler sind als das phylogenetisch ältere Schmerz-Temperatursystem des Vorderseitenstranges, und daher frühzeitig ihre Leitfähigkeit in vollem Umfange verlieren —, einen ausgezeichneten lokaldiagnostischen Wegweiser abgibt, habe ich in mehreren Arbeiten seit 1920 dargelegt. Es ist besonders der Verlust der dem Raumsinn dienenden Funktion der Hinterstränge, welcher eine g naue Segmentaldiagnose gestattet.

Bei zentralen intramedullären Prozessen stoßen wir manchmal genau auf das gegenteilige Verhalten, indem die den caudalen Dermatomen zugeordneten, exzentrisch gelegenen Segmentallamellen der schädigenden Wirkung der Noxe anfangs entgehen. In solchen Fällen sind die caudalen

Segmentalzonen von der Sensibilitätsstörung verschont. Abb. 48 ist ein charakteristischer Beleg dafür, indem bei einem intramedullären Prozeß im achten Dorsalsegment die Berührungsempfindung nur in den Dermatomen L_1—L_3, das Schmerzgefühl nur in den Segmentalzonen D_{12}—L_3, die Warm- und Kaltempfindung in den Zonen D_{11}—S_2 fehlt, in den caudalen Dermatomen L_5—S_5 bzw. S_2—S_5 aber erhalten ist. Es sei aber ausdrücklich bemerkt, daß nicht etwa die Aussparung der caudalen Dermatome ohne weiteres für einen intramedullären, eine solche der oralen Segmentalzonen mit Sicherheit für einen extramedullären Prozeß spricht.

Bei den traumatischen Läsionen des Rückenmarkes sind solche isolierte Schädigungen einiger Segmentallamellen innerhalb des Vorderseitenstranges gar keine Seltenheit. So sind in Abb. 49, welche einem Fall von traumatischer Läsion des Markes im Bereiche des siebenten Dorsalsegmentes entspricht, rechts nur die Temperatursegmentallamellen D_{12}—S_2, links die Schmerzsegmentallamellen


Abb. 48a.


Abb. 48b.


Abb. 48c.


Abb. 48d.

Rückenmarkstuberkel die rechte Markhälfte und den linken Hinterstrang einnehmend. Die Grenzen der taktilen Anästhesie sind durch die kontinuierliche Linie, die der Analgesie durch die Linie — — —, die der Thermanästhesie durch die Linie + · + · markiert.

D_{11}—L_4, und die Temperatursegmentallamellen D_{11}—S_2 gestört. Außerdem sind aber auch in dem der Berührungsempfindung dienenden Areal des rechten Vorderseitenstranges die Segmentallamellen D_{12}—L_4 betroffen, so daß in den zugehörigen Dermatomen auch die Berührungsempfindung ausfällt, weil der ganze linke Hinterstrang gleichzeitig zerstört war.

In der Abb. 50, welche einem Fall von traumatischer Halsmarkläsion im Bereiche von C_4 entspricht, sind die Temperatursegmentallamellen D_2—S_5 beiderseits zerstört, die Schmerz- und Berührungsempfindungsbahn aber nur einseitig im linken Vorderseitenstrang ergriffen, und zwar interessanterweise nur für das 5. Lumbaldermatom. Auch in diesem Falle war der ganze Hinterstrang zerstört.

Die Rolle des Vorderseitenstranges als schmerzleitende Bahn des Rückenmarkes geht auch aus dem Auftreten von Schmerzen bei Reizung desselben deutlich hervor. Die erste dahingehende sichere

Erfahrung habe ich in einem Falle gemacht, bei dem ich wegen einer Intercostalneuralgie eine Novocaininjektion in das sechste Foramen intervertebrale machte, dabei mit der Nadel durch das Foramen hindurch in den Duralsack drang und mit der Spitze auf das Rückenmark stieß;







Abb. 49a. Abb. 49b. Abb. 49c.

Traumatische Läsion des Rückenmarks in der Höhe des siebenten Dorsalsegmentes. Die kontinuierliche Linie umfaßt die taktile Anästhesie, die Linie — — — die Analgesie, die Linie + · + · die Thermanästhesie.







Abb. 50a. Abb. 50b. Abb. 50c.

Traumatische Läsion des Markes in der Höhe des vierten Halssegmentes. Die kontinuierliche Linie umfaßt die taktile Anästhesie, die Linie — — — die Analgesie, die Linie + · + · die Thermanästhesie.

dabei hatte der Kranke einen furchtbaren Schmerz im gekreuzten Bein. Offenbar war die Nadelspitze mit dem Vorderseitenstrang in Kollision geraten. Ich habe 'mich seitdem bei zahlreichen Operationen am freigelegten Rückenmark davon überzeugt, daß Stechen, Einschneiden, ja manchmal bloße Berührung des Vorderseitenstranges mit einer Sonde

starken Schmerz im gekreuzten Bein auslöst. Analoge Manipulationen am Hinterseitenstrang verlaufen reaktionslos. Diese Empfindlichkeit des Vorderseitenstranges, der sogenannte Vorderseitenstrangschmerz, spielt in der klinischen Symptomatologie des intramedullären und extramedullären Tumors nicht selten eine bedeutsame Rolle. Ich habe in einer größeren Zahl derartiger Fälle festgestellt, daß bei Tumoren im Halsmark und im oberen oder mittleren Brustmark die Kranken über heftige, einseitige oder doppelseitige Schmerzen vom Charakter der Cruralneuralgie, Ischialgie oder Pudendusneuralgie klagten. Mehrfach bildeten diese Schmerzen das erste Symptom der Krankheit und vielfach standen diese Schmerzen während des weiteren Verlaufes im Vordergrund des Bildes. Neben den Schmerzen klagten die Kranken auch vielfach über lästige Parästhesien verschiedenster Art, die weitab vom Sitz des Tumors gelegen waren. In einem Falle von Tumor in der Höhe des mittleren Brustmarkes bestand ein unerträglicher Pruritus ani, vulvae et perinei. Beachtenswert und für die pathogenetische Deutung dieses Vorderseitenstrangschmerzes bedeutsam erscheint mir der Umstand, daß in Fällen, in welchen sich der Tumor von der Seite her entwickelte und auf den ihm anliegenden Vorderseitenstrang drückte, die Ischialgie zunächst nur im gekreuzten Bein vorhanden war. Auch bei traumatischen Läsionen des Rückenmarkes kommen derartige Vorderseitenstrangschmerzen vor. Besonders hat G. Holmes auf dieses Vorkommnis 1919 hingewiesen. Ich verfüge über zahlreiche einschlägige Beobachtungen. Besonders stark waren sie in einem Falle meiner Beobachtung, in dem ein unvollkommener Brown-Séquard'scher Symptomenkomplex vorlag; es bestand rechtsseitige spastische Parese des Beines, linksseitige Thermanästhesie, aber keine Analgesie; der Kranke klagte über andauernde furchtbare Schmerzen im linken Ischiadicus- und Cruralisgebiete, vorwiegend in letzterem. Offenbar hat der traumatische Prozeß den rechten Hinterseitenstrang und das unmittelbar nach vorn anstoßende Areal der Bahnen der Temperaturempfindung zerstört, während er auf die an letztere sich nach vorn zu anschließenden Bahnen des Schmerzgefühls als irritative Noxe einwirkte. Nach meiner Ansicht spielt die pathologische Irritation des Vorderseitenstranges auch bei anderen intramedullären Erkrankungen eine größere Rolle als gemeinhin angenommen wird. So beobachte ich jetzt seit 6 Jahren einen Fall von multipler Sklerose, der außer den für diese Krankheit charakteristischen Symptomen, temporaler Abblassung des Sehnerven, Nystagmus, leichtem Intentionstremor der Hände, fehlenden cutanen Bauchreflexen, eine spastische Parese des rechten Beines, eine linksseitige Thermanästhesie bis Nabelhöhe aufwärts und eine hartnäckige, jeder Behandlung trotzende linksseitige Pudendusneuralgie und Ischialgie bietet.

Spiller und Taylor, Greenfield und Martin haben Fälle von Syringomyelie mitgeteilt, in denen starke Schmerzen bestanden, die nur durch eine Irritation der Vorderseitenstrangbahnen zu erklären waren. Auch intramedulläre Tumoren, Cysten und andere Prozesse können gelegentlich solche Vorderseitenstrangschmerzen hervorrufen. Charakteristisch für den Vorderseitenstrangschmerz, wie übrigens auch für den Hinterhornschmerz, erscheint mir der Umstand, daß er nur da vorkommt, wo die Perzeption des Schmerzgefühls in den zugehörigen Segmentalzonen des Körpers erhalten ist oder höchstens in geringem Maße herabgesetzt ist. Im letzteren Falle fand ich stets, daß Schmerzreize, sobald sie sich einmal durchsetzen, eine ausgesprochene Hyperpathie erzeugen. Das spricht dafür, daß der Schmerz in allen diesen Fällen ein Reizsymptom ist, die Hinterhornelemente oder Vorderseitenstrangfasern dürfen nicht zerstört sein. Sind sie durch den Krankheitsprozeß vernichtet, so hört der Schmerz auf und es kommt zur Analgesie in den zugehörigen Segmentalzonen. In dieser Beziehung besteht also ein fundamentaler Unterschied gegenüber dem Schmerz bei Affektionen peripherer Nerven, die, wie bekannt und oben erörtert wurde, selbst bei Totaltrennung des Nerven und totaler peripherer Analgesie fortbestehen können. Das liegt daran, daß der zentrale Stumpf der peripheren Nerven bei der Totaltrennung mit seinem trophischen Zentrum, der Spinalganglienzelle, in Verbindung bleibt, nicht zugrunde geht und seine Irritabilität bewahrt. Tiefgreifendere Prozesse in den Hinterhörnern oder Vorderseitensträngen vernichten aber deren Elemente: diese gehen zugrunde und es fehlt das Substrat, welches den Reiz, der durch den pathologischen Prozeß gebildet wird, aufnehmen und cerebralwärts fortleiten könnte.

Eine besondere Stellung nehmen unter den durch die Rückenmarksstränge cerebralwärts geleiteten sensiblen Impulsen diejenigen, welche aus den untersten Sacraldermatomen stammen, ein. Daß bei intramedullären Tumoren mit Querschnittslähmung die Haut der äußeren Genitalorgane und die Umgebung des Anus häufig frei von Sensibilitätsstörung bleibt, haben zuerst Babinski und Jarkowski 1911 hervorgehoben. Ich habe 1913, 1914, 1917 und 1920 in zahlreichen Arbeiten darauf hingewiesen, daß diese Aussparung der untersten Sacralzonen (S_3—S_5) ebenso bei extramedullären Tumoren und auch bei den verschiedensten anderen, den medullären Querschnitt betreffenden Krankheitsprozessen vorkommt und daß sie ebenso auch bei Prozessen in der Oblongata, der Pons, im Thalamus, in der inneren Kapsel und bei Rindenherden beobachtet wird. Analoge Beobachtungen sind von Serko 1914, Redlich und Karplus 1916, Karplus 1918, Pfeiffer 1919 u. a. gemacht worden (s. Abb. 51).

Die Aussparung gilt nicht für alle sensiblen Qualitäten in gleichem Maße. Entsprechend dem Umstande, daß bei Läsionen der medullären sensiblen Leitungsbahnen die Störungen der Berührungsempfindung im allgemeinen eine geringere Extensität als die des Schmerzgefühls und der Temperaturempfindungen zeigen, und unter letzteren die Extensität der Analgesie häufig eine geringere ist als die der Thermanästhesie, ist auch im Bereiche der untersten Sakraldermatome sehr oft die Aussparung für die Berührungsempfindung eine umfangreichere als für das Schmerzgefühl und die Temperaturempfindung, für letztere fehlt sie sogar nicht selten ganz. Von den Teilen des anogenital flap, so nennt Sherrington den Hautbezirk in der Umgebung des Anus, des Perineums und der äußeren Genitalien, zeigt die Umgebung des Anus nach meinen Erfahrungen die Aussparung am konstantesten und häufigsten und für mehr Qualitäten als die anderen Bezirke, so daß hier nicht selten Berührung, Schmerzgefühl und Temperaturempfindung oder wenigstens Berührung und Schmerzgefühl erhalten sind, während am Penis und Scrotum nur Berührungsempfindung erhalten, aber Schmerzgefühl und Temperaturempfindungen ausfallen können.



Abb. 51.
Aussparung der untersten Sacraldermatome in einem Falle von Kompression des Markes durch Caries der Wirbelsäule in der Höhe von D_6. Die kontinuierliche Linie stellt die untere Grenze der taktilen Anästhesie dar, die Linie — — — die untere Grenze der Analgesie. Die Thermanästhesie umfaßte in diesem Falle auch die untersten Sacraldermatome.

Diese Aussparung der untersten Segmentalzonen S_3—S_5 findet sich bei medullären Prozessen sowohl bei einer Schädigung aller langen centripetalen Bahnen, als auch bei isolierten Läsionen der Vorderseitenstränge. In allen Fällen, in welchen ich den Vorderseitenstraug operativ durchschnitten habe, war sie äußerst prägnant. Da nach den früheren Ausführungen die Segmentallamellen der untersten Sacraldermatome am weitesten exzentrisch liegen und gerade diese Lamellen sicher bei der Durchschneidung durchtrennt worden sind, liegt es zunächst nahe, anzunehmen, daß diese caudalen Dermatome eine doppelseitige Vertretung innerhalb der langen medullären Leitungsbahnen haben. Doch genügt diese Annahme allein nicht, um die so häufige Aussparung der caudalen Dermatome zu erklären. Denn wir finden dieselbe genau ebenso auch bei doppelseitigen Medullarprozessen der verschiedensten Art und des verschiedensten Sitzes. Ja ich fand sie auch in Fällen, in denen ich den Vorderseitenstrang doppelseitig durchtrennt habe. Daraus geht hervor, daß die afferenten Bahnen der Ano-genitalregion im Rückenmark eine besonders reichliche diffuse Vertretung haben und infolgedessen bei Prozessen, welche die circumskripten Bahnen aller anderen Dermatome zerstören, doch mehr oder weniger unversehrt ausgehen. Diese Auffassung habe ich bereits 1914 vertreten und sie eingehend

begründet. Zu der gleichen Annahme ist 1918 Karplus gelangt. Das führt uns nun zu der Frage, ob beim Menschen außer den langen centripetalen Bahnen, den Hintersträngen und Vorderseitensträngen noch ein anderer Leitungsweg für afferente Impulse zur Verfügung steht. Für die Katze haben Karplus und Kreidl, welche die alte Schiff'sche Lehre von der Schmerzleitung durch die graue Substanz wieder aufgenommen haben, dies bewiesen, indem sie zeigten, daß nach doppelseitiger Durchschneidung je einer Markhälfte in zwei verschiedenen Höhen des Rückenmarkes — die beiden Durchschneidungen müssen mindestens 4—5 Segmente von einander getrennt sein — die Schmerzleitung nicht aufgehoben ist, ja nicht einmal als nennenswert herabgesetzt bezeichnet werden kann. Als einziger Weg für die Leitung von Schmerzreizen steht hiernach nur die graue Substanz selbst zur Verfügung. Die Hinterhornsäulen beider Seiten bilden offenbar ein aus zahlreichen kurzen Kettenneuronen zusammengesetztes Continuum, das seinerseits ohne Beteiligung der langen aufsteigenden Bahnen Schmerzimpulse cerebralwärts leitet, wobei die Erregungen, die von einer Seite eindringen, rasch auch von der anderen Seite der Hinterhornsäule mit übernommen werden können. Diese extrafuniculäre Leitung der Schmerzimpulse durch das Griseum der Hinterhörner stellt natürlich nur eine Nebenbahn dar. Es liegt nahe, sie beim Menschen für die Impulse, die aus den caudalsten Dermatomen S_3—S_5 stammen, in Anspruch zu nehmen. Ich habe schon 1920 darauf hingewiesen, daß bei schweren Querläsionen des Markes, bei denen wir die bekannte Aussparung der unteren drei Sacralzonen antreffen, gleichzeitig auch die afferenten Bahnen der Blase und des Rectums erhalten bleiben. Es liegt also nahe, auch für sie die griseale Leitung in Anspruch zu nehmen. In einer eingehenden Studie über die vesicalen und rectalen Störungen bei Rückenmarkstumoren ist Stookey jüngst zu dem gleichen Ergebnis gekommen, daß die afferenten Bahnen von Blase und Mastdarm durch die aus kurzen Kettenneuronen gebildete Bahn der grauen Substanz verlaufen und viel resistenter und leichter restituierbar sind als alle anderen afferenten Bahnen. Aber darüber hinaus scheint diese extrafuniculäre griseale Bahn in einzelnen Fällen auch für die Schmerzleitung aus den anderen Dermatomen des Körpers in Betracht zu kommen. Ich habe in einem Falle den Vorderseitenstrang doppelseitig und zwar zweimal in verschiedenen Höhen zwischen D_3 und D_4 und zwischen C_8 und D_1 ausgiebig durchschnitten, so zwar, daß auf der einen Seite eine lang anhaltende spastische Parese eines Beines bestand. Trotzdem blieb das Schmerzgefühl erhalten, es zeigte in den infraläsionellen Derma-

tomen nur anfangs eine geringfügige Herabsetzung, die sich rasch wieder ganz ausglich. Frazier hat gelegentlich ähnliche Beobachtungen unter seinen Fällen von Vorderseitenstrangdurchschneidung gemacht; er ist geneigt anzunehmen, daß in diesen Fällen die im Vorderseitenstrang enthaltenen Schmerzbahnen dem Messer entgangen seien. Das, glaube ich, trifft für meinen Fall nicht zu. Ich glaube vielmehr, daß für diese Integrität des Schmerzgefühls trotz gründlicher Vorderseitenstrangdurchtrennung (bei einzelnen Individuen) die Existenz einer Nebenleitung anzunehmen ist. Ob diese in den Hintersträngen zu suchen ist, oder ob hierfür die Hinterhornleitung in Betracht kommt, läßt sich in meinem Falle nicht entscheiden, da die Hinterstränge intakt belassen wurden. Am wahrscheinlichsten erscheint mir aber auf Grund der Experimente von Schiff, Rothmann, Karplus und Kreidl u. a., daß nur die Hinterhornleitung in Anspruch genommen werden kann.

Gar nicht selten stellen wir bei medullären Prozessen, welche die gesamten Vorderseitenstränge und Hinterstränge vernichten, fest, daß nach anfänglicher totaler Analgesie allmählich doch gewisse Gefühlsreste wiederkehren. Starke Reize, besonders Tiefenreize, rufen ein diffuses, nicht näher lokalisierbares unangenehmes Gefühl, manchmal sogar heftigen Schmerz hervor; dabei tritt meist die große Latenz einerseits, der plötzliche heftige Schmerzausbruch, die lange Dauer desselben, das periodische Abklingen und Wiederkehren deutlich zu Tage, Eigenheiten des Schmerzgefühls, denen wir bereits mehrfach, besonders bei der Unterbrechung peripherer Nerven und bei der Nervenregeneration begegnet sind. Dieses eigenartige Schmerzgefühl bei völliger Zerstörung aller afferenten funiculären Leitungsbahnen können wir meines Erachtens am besten durch die Annahme einer vikariierend eintretenden Leitung durch die graue Substanz erklären. Besonders Fabritius hat diese Frage eingehend studiert und ist zu der Ansicht gekommen, daß die alte Schiff'sche Lehre von der Leitung des Schmerzes durch das System der Hinterhörner ohne Beteiligung der weißen Substanz auch für den Menschen ihre Gültigkeit hat.

VII.

Wir kommen nunmehr zur Besprechung der Bahnen des Schmerzgefühls innerhalb der Oblongata, der Brücke und des Hirnschenkels. Die afferente Vorderseitenstrangbahn zieht ohne Unterbrechung durch das ganze Rückenmark hindurch aufwärts. In der Oblongata, in der Brücke und im Hirnschenkel liegt sie innerhalb der sogenannten Formatio reticularis der Haube. In der Oblongata nimmt sie noch einen relativ gut umschriebenen Bezirk ein, der ventral von der Olive,

dorsal von der absteigenden Trigeminuswurzel begrenzt wird, lateral die Markoberfläche erreicht, nach medial zu aber nicht scharf abgrenzbar ist. Ein Teil dieser aufsteigenden Schmerzbahnen des Vorderseitenstranges zieht ohne Unterbrechung bis in den Thalamus opticus (spinothalamische Bahn), (Edinger, Wallenberg, Schaffer, Mott, Kohnstamm, Sölder, Quensel, Thiele und Horsley, Henneberg, Amabalino, Troschin, Dydinski, Marburg, Bumke, Choroschko, Goldstein u. a.). Es wäre aber verfehlt, zu glauben, daß nur die wenigen ununterbrochen bis in den Thalamus opticus aufsteigenden Fasern des Vorderseitenstranges, die bisher beim Menschen festgestellt werden konnten, für die Schmerzleitung in Betracht kommen. Vielmehr endet die Mehrzahl der Vorderseitenstrangfasern in dem Grau der Formatio reticularis der Haube, und aus diesem entspringen zahlreiche, offenbar in kurzen Neuronketten an einander gereihte Bahnen, welche zusammen mit dem ununterbrochenen Tractus spinothalamicus die Schmerzreize durch Oblongata, Pons und Hirnschenkel hindurch bis in den Thalamus opticus leiten (Kohnstamm, Cajal, Brun, Long, Brouwer u. a.) Das Areal der Schmerzbahn ist also im Hirnstamm ein viel diffuseres als im Rückenmark selbst. Je weiter oral wir aufsteigen, um so diffuser ist es über die Haube, speziell die Formatio reticularis derselben verteilt. Wir haben im vorigen Kapitel gesehen, daß auch im Rückenmark außer der geschlossenen Hauptschmerzleitung im Vorderseitenstrang noch eine Nebenleitung der grauen Substanz selbst in kurzen an einander geschalteten Kettenneuronen, wenigstens in nuce auch beim Menschen vorhanden ist. Dieses Prinzip der doppelten Leitung ist im Hirnstamm viel stärker und zwar zu gunsten der extrafunicularen, grisealen Kettenleitung entwickelt. Dieser Umstand bringt es mit sich, daß bei Herden in der Haube des Hirnstammes eine völlige Aufhebung des Schmerzgefühls auf der kontralateralen Körperhälfte viel seltener ist als bei halbseitigen Markprozessen. Gewisse Schmerzreste bleiben bei Haubenläsionen, besonders wenn starke Reize zur Anwendung kommen, meist erhalten. Besonders können sich stärkere Tiefenreize bei völliger cutaner Analgesie meist noch durchsetzen.

In der Oblongata und Brücke erhält die vom Rückenmark herkommende Schmerzleitung, welche die Schmerzfasern der Extremitäten, des Rumpfes, des Halses und der inneren Organe enthält, einen Zuwachs durch die via Hypoglossus, Vagus, Glossopharyngeus, Facialis-Intermedius, Abducens, Trigeminus, Trochlearis und Oculomotorius zugeleiteten Schmerzbahnen. Wir haben bereits früher erwähnt, daß die Schmerzfasern der absteigenden Trigeminuswurzel in dem Grau der Subst. gelatinosa trigemini, die des Vagus, Glossopharyngeus und Inter-

medius im Nucleus solitarius enden. Diese grauen Kernsäulen sind das direkte Analogon der Hinterhörner des Rückenmarkes, und genau wie aus letzteren die Bahn zweiter Ordnung, die gekreuzte Vorderstrangbahn, hervorgeht, so entspringt auch aus der Subst. gelatinosa trigemini und dem Nucleus solitarius eine Bahn, welche die Mittellinie kreuzt, sich der vom Rückenmark in die Oblongata aufsteigenden Vorderseitenstrangbahn anlegt und mit ihr oralwärts zum Thalamus zieht. Auch diese Glosso-pharyngeus-Vagus-Trigeminusbahn zweiter Ordnung wird ebenso wie die spinothalamische Bahn durch zahlreiche von der Formatio reticularis gebildete Kettenneurone verstärkt. Auch sie dient der Leitung des Schmerzgefühls und der Temperaturempfindungen. Caudal gelegene Haubenherde, welche die Formatio reticularis zerstören, ehe die gekreuzte Glossopharyngeus-Vagus-Trigeminusbahn sich gebildet und der spinalen Schmerzbahn beigesellt hat, zeigen nur in den spinalen Segmentalzonen (C_2—S_4) der dem Herde gegenüberliegenden Körperhälfte Analgesie und Thermanästhesie, das Gebiet der Gehirnnerven, speziell des Glosso-pharyngeus, Vagus und Trigeminus bleibt auf der dem Herde kontra-lateralen Seite frei von Störungen. Da in der Oblongata die absteigende Trigeminuswurzel und die Subst. gelatinosa trigemini, sowie der Fasciculus und Nucleus solitarius der gekreuzten spinalen Schmerzbahn unmittelbar benachbart liegen, so besteht im Gebiete des Trigeminus und bisweilen auch in dem des Vagus-Glossopharyngeus Analgesie und Thermanästhesie auf der herdgleichen Seite. Bei weiter oral gelegenen Herden, die die Formatio reticularis an einer Stelle betreffen, an welcher die aus dem spinalen Trigeminuskern und Nucleus solitarius hervorgehenden Schmerz- und Temperatursinnbahnen bereits ihre Kreuzung vollzogen haben, zeigt die ganze kontralaterale Körperhälfte, einschließlich des Trigeminus- und Vagusgebietes, Analgesie und Thermanästhesie.

Der Berührungsempfindung und der Druckempfindung stehen im Hirnstamm ebenso wie im Rückenmark zwei Leitungswege zur Verfügung, die gekreuzte Vorderseitenstrang- — Formatio reticularis — bahn und die aus den Kernen der Goll'schen und der Burdach'schen Stränge hervorgehende, die Mittellinie kreuzende mediale Schleife. Letzterer gesellt sich weiter oral die aus den sensiblen Hauptkernen des Trigeminus und des Vagus, die das Analogon des Nucleus Goll und Burdach darstellen, entspringende Trigeminus-Vagusschleife hinzu. Die Schleifenbahn dient außer der Berührungs- und Druckempfindung besonders der Vermittelung der Bewegungsempfindung und Lageempfindung sowie dem Raumsinn. Hinterstrang und Schleife bilden ein im wesentlichen einheitliches System.

Ebenso wie im Vorderseitenstrang des Rückenmarkes die Bahnen des Schmerzgefühles ein gesondertes, von den Bahnen der Temperaturempfindung, der Berührungs- und Druckempfindung getrenntes Areal

einnehmen, besitzen die Schmerzbahnen auch in der Oblongata, der Brücke und im Hirnschenkel eine von der der anderen Sensibilitätsqualitäten gesonderte Lage. Es existiert eine genügende Zahl von Beobachtungen von Krankheitsprozessen der Haubenregion, in denen nur die Temperaturempfindung gestört, das Schmerzgefühl aber erhalten war, oder vice versa, oder ähnliche dissoziierte Sensibilitätslähmungen bestanden, wie wir sie weiter oben bei den Läsionen des Vorderseitenstranges kennen gelernt haben (Monakow, Mann, Kramer und Kuttner, Wallenberg, Marburg, Rossolimo, Goldstein und Baumm, Head und Holmes und eigene Beobachtungen).

Wir haben gesehen, daß im Vorderseitenstrang des Rückenmarks die Schmerzfasern jedweden Ursprungs, einerlei, ob sie der Haut, den tiefen Teilen oder den Eingeweiden entstammen, von gewissen Ausnahmen abgesehen, zusammen verlaufen und zusammen affiziert werden. Das scheint mehr oder weniger auch für die Schmerzbahnen der Haube, der Oblongata, der Pons und des Hirnschenkels zu gelten. Allerdings ist auf diesen Punkt bisher nicht mit genügender Schärfe geachtet worden. Head und Holmes sind der Meinung, daß in der Oblongata die Bahnen des Hautschmerzes von denen des Tiefenschmerzes getrennt gelagert sind, so daß erstere vernichtet, letztere aber erhalten sein können. Diese Frage bedarf jedenfalls noch einer weiteren Klärung. Ich habe einen Fall von linksseitiger Pons-Erkrankung beobachtet, in welchem eine rechtsseitige völlige Analgesie und Thermanästhesie bestand. Hier war auch durch die stärksten Tiefenreize nicht der geringste Schmerz auszulösen, ein tiefgreifender Furunkel am rechten Gesäß verlief bei diesem Kranken ebenso schmerzlos wie eine exulzerierende, bis auf den Knochen reichende Brandwunde am rechten äußeren Knöchel. Die Beurteilung der Frage, ob die Bahnen des Hautschmerzes von denen des Tiefenschmerzes im Hirnstamm wieder getrennt sind, wird durch die oben erwähnte Tatsache, daß das Areal der Schmerzleitung innerhalb der Haube ein breiteres und diffuseres ist als im Rückenmark und daß gewisse Schmerzreste bei Haubenherden sehr oft erhalten bleiben, einigermaßen erschwert. Visceralanalgesie besteht bei einseitigen Haubenherden nicht. Über doppelseitige Haubenerkrankungen mit doppelseitiger Analgesie der Haut, der tiefen Teile und der Viscera fehlt es bisher an Beobachtungen.

Die Frage, ob die im Vorderseitenstrang des Rückenmarks vorhandene lamelläre Segmentalgliederung der Bahnen des Schmerzgefühls und der Temperaturempfindung auch in der Haube des Hirnstammes fortbesteht, scheint nach den bisherigen Beobachtungen bejaht werden zu müssen. Besonders Kramer und Kuttner haben darauf

hingewiesen, daß bei Oblongataherden die gekreuzte Analgesie und Thermanästhesie nicht selten nur etwa bis zur 2. Rippe aufwärts reicht, etwa das Gebiet der 2. bis 4. Segmentalzone bleibt vielfach frei von Sensibilitätsstörungen (Abb. 52). Schwarz hat einen Fall beschrieben, in welchem die Analgesie und Thermanästhesie nur bis zum Nabel aufwärts reichte, also alle Dermatome von D_9 an aufwärts verschont waren. Bergmark fand in einem Fall von Ponsherd nur das Trigeminusgebiet und die Dermatome C_2—D_7 bzw. D_6 analgetisch und thermanästhetisch. Goldstein und Baumm haben zahlreiche Beobachtungen mitgeteilt, aus denen die segmentale Gliederung der Schmerz- und Temperatursinnbahn in der Haube hervorgeht. Ich selbst habe 3 Fälle von Haubenerkrankungen, zwei davon pontinen, die dritte pedunculären Sitzes, beobachtet, in welchen die oralen Dermatome, vom Trigeminus abwärts



Abb. 52.

Schematische Darstellung der bei Haubenherden beobachteten Sensibilitätsdefekte von segmentalem Typus. In der rechten Seite stellt Linie 1 den häufigsten Typus dar, bei dem die Cervicaldermatome C_4—C_2 und das Trigeminusgebiet frei bleiben. Linie 2 stellt die obere Grenze eines Sensibilitätsdefektes dar, der nur die Dermatome D_{10}—S_3 umfaßt; Linie 3 auf der linken Seite bildet die untere Grenze des Typus, bei dem Gesicht und die Dermatome C_2—D_5 befallen sind. Man beachte die Aussparung des Sensibilitätsdefektes in der Umgebung des Mundes und die in der Regio anogenitalis.

bis D_6 einschließlich, analgetisch und thermanästhetisch waren, während die caudalen Segmentalzonen von D_7 abwärts sämtlich ganz frei von sensiblen Störungen waren. Offenbar liegen also auch in der Haube des Hirnstammes die den caudalen Segmenten entstammenden Schmerz- und Temperatursinnbahnen lateral, die den oralen entstammenden medial. Die medialste Lage nehmen jedenfalls innerhalb der Formatio reticularis die aus der Substantia gelatinosa trigemini und dem Nucleus solitarius stammenden Fasern ein.

Genau wie bei medullären Läsionen die untersten Sacraldermatome S_3—S_5, solange überhaupt noch ein Rest von afferenten Bahnen erhalten ist, frei von Sensibilitätsstörungen bleiben, finden wir auch bei Läsionen der afferenten Bahnen innerhalb der Oblongata, der Brücke und des Hirnschenkels die Umgebung des Anus, Perineum, Penis und

Scrotum bzw. die äußeren Genitalorgane der Frau von der Sensibilitätsstörung verschont, selbst wenn alle anderen Dermatome total analgetisch und thermanästhetisch gefunden werden. Derartige Beobachtungen sind besonders von Head und Holmes gemacht worden. Ich habe diese Aussparung in meinem Material stets gefunden. Allerdings gilt auch hier dasselbe, was ich schon bei der Besprechung dieser Frage in dem vorigen Kapitel ausgeführt habe, daß nämlich die Aussparung für das Schmerzgefühl eine größere ist als die für die Warm-Kaltempfindung und geringer als die für die Berührungsempfindung, wenn letztere infolge einer gleichzeitigen Schleifenläsion gleichzeitig mit gestört ist. Dieses Freibleiben der untersten Sacralzonen bei Haubenherden kann meines Erachtens nur dadurch erklärt werden, daß eben den aus diesen Körpergegenden stammenden afferenten Impulsen auch im Hirnstamm besonders breite und resistente Leitungswege zur Verfügung stehen, wobei unter anderem offenbar jede Haubenhälfte die Erregungen aus den gekreuzten und den homolateralen Dermatomen zu leisten imstande ist.

Ein relativ häufiges Vorkommnis bei Haubenherden ist das Vorhandensein mehr oder weniger starker spontaner unangenehmer Parästhesien und Schmerzen. Der erste, welcher hierauf aufmerksam gemacht hat, war L. Mann 1892. Von anderen Autoren erwähne ich nur Spiller, Economo, Weissenburg, Senator, Wallenberg, Thomas, Hun, Raymond et Rose, Raymond et Francis, Mills. Manche Kranken klagen über lästiges Jucken oder Brennen, manche über ein ständiges eiskaltes Gefühl, manche über unerträgliche Schmerzen. In der Mehrzahl dieser Fälle mit Spontanschmerzen ist die Perzeption exogener Schmerzreize wenig oder gar nicht herabgesetzt: aber sie kann auch gleichzeitig mehr oder weniger tiefgreifend alteriert sein. Aber mag sie nun gar nicht, wenig oder sehr stark herabgesetzt sein, stets können wir in diesen Fällen feststellen, daß Reize von gleicher Art und Intensität, sofern sie überhaupt Schmerz auslösen, auf der kranken Seite unangenehmer und schmerzhafter gefühlt werden als auf der gesunden Seite. Da, wo die Perzeption des Schmerzgefühls gar nicht vermindert ist, wirkt manchmal schon ein ganz leichter Reiz wie Streichen der Haut, der Haare, ja die leiseste Berührung unangenehm oder schmerzhaft. Ein Fall meiner Beobachtung (Thrombose der Art. cerebelli inf. post.) klagte darüber, daß er beim Urinieren das Gefühl habe, daß die der hyperpathischen Seite entsprechende Hälfte der Urethra wie verbrannt sei, bei der Defäkation hatte er in der entsprechenden Analhälfte das Gefühl, daß Scherben durch die Analöffnung austräten. Wir sind solchen spontanen Parästhesien und Schmerzen mit gleichzeitiger

Hyperalgesie oder Hyperpathie ja bereits bei Besprechungen der einzelnen Abschnitte der sensiblen Leitungsbahnen mehrfach begegnet. Wir haben immer wieder darauf hingewiesen, daß sowohl die bei der Einwirkung eines äußeren Reizes entstehende Hyperpathie, wie der spontan vorhandene Schmerz und die spontan vorhandenen unangenehmen Parästhesien zwei ganz verschiedene Genesen haben können. Teils sind sie die Folge einer pathologischen Irritation afferenter Bahnen, also ein echtes Reizsymptom (peripherer Nervenschmerz, Wurzelschmerz, Hinterhornschmerz), teils aber sind sie die Folge des Ausfalles der dem Schmerzsystem gleichsam übergeordneten und dasselbe normaliter ständig moderierenden Empfindungssysteme. Im letzteren Falle sind Hyperpathie und Spontanschmerz ein echtes Ausfallssymptom. Die bei einer Hinterseitenstrangläsion des Rückenmarkes beobachtete Hyperpathie, die auch mit Spontanschmerzen gepaart sein kann, haben wir in Übereinstimmung mit Fabritius auf den Wegfall einer normaliter auf die Hinterhornzellen einwirkenden corticofugalen Inhibitionsbahn zurückgeführt. Analoge Erklärungsversuche werden wir auch für die bei Haubenherden nicht selten beobachteten Schmerzen und die Hyperpathie heranziehen müssen. Ein Teil dieser zentralen Schmerzen ist wohl als echtes Reizsymptom aufzufassen, der pathologische Prozeß wirkt auf die Bahnen des Schmerzgefühls als irritative Noxe ein. Zu dieser Annahme werden wir besonders dann berechtigt sein, wenn die Bahnen sich nicht als unterbrochen erweisen, also die Perzeption applizierter Schmerzreize gar nicht oder nur wenig herabgesetzt ist, wie dies in der Tat vorkommt. In anderen Fällen werden wir den Ausfall des Systems der medialen Schleife, das dem Hinterstrangsystem gleich zu setzen ist, für das Vorhandensein einer Hyperpathie und spontaner Schmerzzustände in Anspruch nehmen dürfen. Ich habe einen Fall von Tuberkel des Pons beobachtet, der eine rechtsseitige spastische Hemiplegie, völlige Aufhebung der Lageempfindung und schwerste Störungen des Raumsinnes, keine Störung des Schmerzgefühls und der Temperaturempfindung, wohl aber eine hochgradige Hyperpathie der Haut verbunden mit starken Spontanschmerzen und unangenehmen Parästhesien in der gesamten rechten Körperhälfte bot. Es liegt nahe, hier für die Steigerung der Erregbarkeit des Schmerzsystems und die Spontanschmerzen den Ausfall des Schleifensystems und seines moderierenden Einflusses auf das Schmerzsystem, ev. auch den Ausfall der corticofugalen Schmerzhemmungsbahn verantwortlich zu machen. Nun existieren aber auch Beobachtungen von Haubenherden, in denen die Perzeption des Schmerzgefühls schwer geschädigt, ja aufgehoben war und doch heftige spontane Schmerzen bestanden, in denen also gleichzeitig Ausfalls- und Reizsymptome von

seiten ein und derselben Bahn, der zentralen Schmerzbahn vorlagen. Ein derartiger Fall ist von Economo beschrieben. Ich verfüge über einen ganz analogen Fall von Tumor der Vierhügelgegend. Ich glaube, daß wir ein gewisses Verständnis für die Möglichkeit einer solchen Koexistenz von Reiz- und Ausfallssymptomen seitens der Schmerzbahnen gewinnen, wenn wir uns die anatomische Struktur des Schmerzsystems innerhalb der Haube nochmals vergegenwärtigen. Würde der Schmerzleitung nur eine einfache lange Bahn, die in den Hinterhörnern des Rückenmarks ihre Ursprungszellen hat und deren Neuriten ununterbrochen durch die Haube bis in den Thalamus ziehen, zur Verfügung stehen, so müßte, da dieser Tractus spino-thalamicus infolge des destruktiven Krankheitsprozesses zentralwärts degeneriert, das Substrat für eine Weiterleitung der durch den Krankheitsprozeß hervorgerufenen Irritation zum Gehirn fortfallen, und es könnte kein spontaner Schmerz zustande kommen. Nun endet aber, wie wir gesehen haben, der Hauptteil der Vorderseitenstrangbahn in dem Grau der Formatio reticularis und findet seine Fortsetzung in zahlreichen aneinander gereihten kurzen Kettenneuronen. Bei dieser anatomischen Struktur ist es sehr gut verständlich, daß ein und derselbe Prozeß innerhalb der Formatio reticularis einerseits die Leitung peripherogener Erregungen zum Cerebrum blockiert, andererseits auf die Elemente der Formatio reticularis, die eben zum größten Teil nicht zugrunde gehen, als irritative Noxe einwirkt und dadurch zum Entstehen von Spontanschmerzen führt.

Schließlich kann, wie schon angedeutet, zur Erklärung der Haubenschmerzen und der Haubenhyperpathie auch noch an die Unterbrechung der vom Cortex cerebri absteigenden Bahn gedacht werden, der die Aufgabe zufällt, die Erregbarkeit der in die Schmerzbahn eingeschalteten grauen Massen (Hinterhörner, Grau der Formatio reticularis) auf einer bestimmten Stufe zu erhalten (corticofugale Schmerzhemmungsbahn).

VIII.

Wir wissen, daß alle afferenten Bahnen der Haube, mögen sie in der medialen Schleife oder im Tractus spinothalamicus und der Formatio reticularis verlaufen, mögen sie die zentrale Fortsetzung der afferenten Spinal- und Gehirnnerven oder der afferenten sympathischen Nerven darstellen, in den Thalamus opticus einmünden und in dessen Grau enden. Keine Bahn, die in den Thalamus eintritt, zieht ohne eine Unterbrechung in ihm zu erfahren, direkt zur Rinde weiter. Die Flechsigsche direkte Rindenschleife existiert nicht. Der Thalamus stellt ein großes Sammelbecken für alle sensiblen und sensorischen Erregungen des Organismus dar. In ihm erfahren auch die optischen und acustischen

Bahnen eine Unterbrechung und in ihn gelangen auch afferente Bahnen, die den Geruchs- und Geschmacksorganen entstammen, wahrscheinlich auch solche vestibulären Ursprungs. Die afferenten Bahnen der Haut und der tiefen Teile unseres Körpers enden im ventralen Teile des lateralen Kernes des Thalamus, die optischen Bahnen im Corp. geniculatum externum, die acustischen im Corp. geniculatum internum. Wo die afferenten Visceralbahnen enden, ist bisher nicht näher bekannt. Möglicherweise enden sie in grauen Kernen des Hypothalamus und des Tuber cinereum. Aus den grauen Kernen des Thalamus entspringen die Bahnen, welche das letzte Glied der afferenten Systeme darstellen, und welche durch den Stabkranz des Hemisphärenmarkes zum Cortex cerebri ziehen, wo sie jeweils entsprechend ihrer verschiedenen Provenienz in verschiedenen Rindenarealen endigen.

In den Thalamus münden auch die uns hier beschäftigenden Bahnen des Schmerzgefühls. Läsionen des Thalamus, welche diese Bahnen an ihrer Eintrittsstelle in den Thalamus, die am hinteren Ende der ventralen Partie des Nucleus lateralis gelegen ist, unterbrechen, oder welche den lateralen Kern des Thalamus zerstören, führen zu einer Hemianalgesie der kontralateralen Körperhälfte. Aber wie schon Herde innerhalb der Haube der Oblongata, der Brücke und des Hirnschenkels infolge der relativ großen Ausdehnung des Areals der Schmerzbahnen sehr oft keine totale Aufhebung des Schmerzgefühls der kontralateralen Körperhälfte bedingen, so sehen wir, daß auch bei Herden, welche die Schmerzbahnen innerhalb des Thalamus betreffen, sehr selten eine völlige Analgesie der kontralateralen Körperhälfte zu konstatieren ist; sehr starke Reize, besonders Tiefenreize pflegen sich meist noch durchzusetzen. Dasselbe gilt von Reizen, welche die inneren Organe treffen. So fand ich z. B., daß bei ausgedehnten Thalamusherden mit fast vollkommener Hemianalgesie starker Druck auf den Hoden noch ein unangenehmes Wehgefühl hervorruft. Das Schmerzgefühl der Organe der Bauchhöhle ist bei einseitigen Thalamusherden nicht nachweislich beeinträchtigt. Diese Organe sind offenbar in beiden Thalami gleichmäßig vertreten. Doch habe ich einen Fall mit Thalamushemianalgesie beobachtet, bei dem eine einseitige Pleuritis auf der hemianalgetischen Seite völlig schmerzlos verlief.

Was die Extensität der Störung des Schmerzgefühls anlangt, so finden wir genau wie bei Unterbrechung der Vorderseitenstränge des Rückenmarkes oder bei Haubenherden der Oblongata, der Brücke und des Hirnschenkels, auch bei Thalamusherden, daß sehr oft die Umgebung des Anus, das Perineum und die äußeren Genitalien von Störungen des Schmerzgefühls frei bleiben oder doch viel weniger betroffen sind wie die übrigen Körperabschnitte. Ferner fand ich, wie übrigens gelegentlich auch bei Haubenherden, so besonders bei Thalamusherden, daß das

Gesicht entweder gar keine Störung des Schmerzgefühls oder nur eine geringe relative Hypalgesie zeigt. Besonders gilt dies für die betreffende Hälfte der Mundhöhle und die Umgebung des Mundes, nicht selten auch für das Auge und seine Umgebung. Ich habe diese häufige Aussparung







Abb. 53a. Abb. 53b.

Hemianästhesie bei Thalamuserweichung. Die kontinuierliche Linie bildet die Grenze der taktilen Anästhesie, die Linie — — — die der Analgesie, die Linie . . . . die der Warmanästhesie, die Linie + + + die der Kaltanästhesie. Abb. 53a stellt die Extensität des Sensibilitätsdefektes gleich nach dem Insult dar, Abb. 53b einige Monate später; der letztere Status blieb Jahre lang gleichmäßig bestehen.



Hemianästhesie bei einer Schußverletzung des Thalamus opticus. Die kontinuierliche Linie bildet die Grenze der taktilen Anästhesie, die Linie — — — die der Analgesie, die Linie + · + · die der Thermanästhesie.

Abb. 54.

der unteren Sacraldermatome einerseits und des Gesichtes, speziell der Mundhöhle und der Umgebung des Mundes andererseits, auf die ich bereits 1914 hingewiesen habe, so erklärt, daß der orale und aborale Pol unseres Körpers und ihre Umgebung aus phylogenetischen Gründen offenbar in ihrer sensiblen Versorgung wesentlich besser gestellt sind

als die übrigen Körperregionen. Aber sehr oft ist bei Thalamusherden auch in den der Medianlinie des Körpers benachbarten Rumpfabschnitten das Schmerzgefühl wenig oder gar nicht gestört. Die Grenze der Analgesie pflegt etwa am oberen Ende des Thorax in konkavem Bogen auszubiegen, so daß ein schmalerer oder breiterer Bezirk des Rumpfes entlang der Mittellinie ganz frei von Analgesie und Hypalgesie bleibt. Und selbst da, wo die Grenze der Hypalgesie die Mittellinie erreicht, kann man fast immer feststellen, daß die Reizschwelle des Schmerzes von lateral nach medial zu abnimmt. An den Extremitäten ist in der Regel die Störung des Schmerzgefühls an den distalen Partien also an Fingern und der Hand einerseits und am Fuße andererseits am stärksten



Abb. 55.

Abb. 55.
Thalamusherd. Der Sensibilitätsdefekt beschränkt sich auf den 5. und 4. Finger, die ulnare Hälfte der Hand und einen Teil des Vorderarms, am Bein auf die Außenseite des Fußes. Die Störung betrifft alle Sensibilitätsqualitäten gleichmäßig (vgl. Abb. 68).

Abb. 56.
Thalamusherd. Circulärer Typus des Sensibilitätsdefektes. Die kontinuierliche Linie stellt die Grenze der taktilen Anästhesie und Analgesie dar, die Linie .... die Grenze der Warmanästhesie, die Linie + + + die Grenze der Kaltanästhesie. Im Gesicht, am Rumpf und den proximalen Abschnitten von Arm und Bein bestand starke Wärmehyperpathie, Kältereize wurden als schmerzhafte Hitze gefühlt (paradox!).

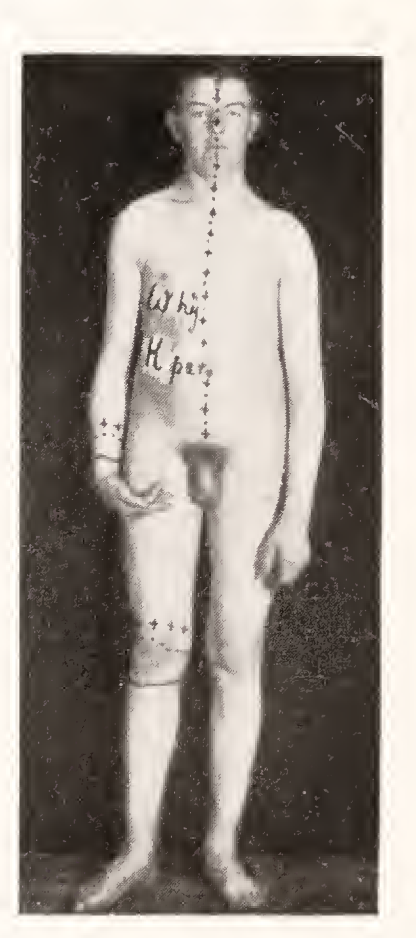


Abb. 56.

ausgesprochen und nimmt nach oben, nach dem Extremitätengürtel zu, gradatim ab. Es zeigt sich ferner nicht selten, daß die ulnare Hälfte der Hand und des Vorderarms und die laterale oder peroneale Hälfte des Fußes und Unterschenkels stärker affiziert ist als die radiale bzw. tibiale Hälfte. Ich habe Fälle mit Thalamusherden beobachtet, in denen die Störung des Schmerzgefühls sich auf den fünften und vierten Finger und die ulnare Hälfte der Hand und des Vorderarms, am Bein auf die Außenseite des Fußes beschränkte (Abb. 55); mehrfach fand ich an der oberen Extremität nur den vierten und fünften Finger und die ulnare Hälfte der Hand betroffen. Manchmal entspricht die Topik der Sensibilitätsstörung bei Thalamusherden genau derjenigen, welche wir bei radiculären und segmentalen Läsionen feststellen, und wir müssen meines Erachtens

annehmen, daß auch der Thalamus opticus dieselbe segmentale Gliederung besitzt wie der Vorderseitenstrang und die Formatio reticularis der Haube, wenn sie sich in der Form des Sensibilitätsdefektes auch keineswegs so häufig widerspiegelt, wie das bei Läsionen des Vorderseitenstranges und zum Teil auch der Haube der Fall ist. Ausser diesen longitudinalen Sensibilitätsdefekten, welche die segmentale Gliederung des Thalamus widerspiegeln, kommen aber auch Sensibilitätsstörungen an den Extremitaten vor, die eine streng circuläre Begrenzung aufweisen und welche den bekannten Sensibilitätsstörungen von Handschuh-Manschetten- und Strumpfform, die bei der Syringomyelie vorkommen, sehr ähnlich sind (vgl. Abb. 56). Die Grenzen des Sensibilitätsdefektes sind oft auffallend scharf, in anderen Fällen fließend und nicht zn allen Zeiten konstant, sondern variabel. Wir werden diesen eigenartigen circulären Sensibilitätsdefekten beim Cortex cerebri wiederbegegnen.

Die anderen Sensibilitätsqualitäten sind bei Thalamusherden naturgemäß ebenfalls mehr oder weniger schwer gestört. In der Regel sind die den Lage- und Bewegungsempfindungen, dem Kraftsinn und dem Raumsinn dienenden Bahnen viel stärker beteiligt als die Bahnen des Schmerzgefühls, der Berührungsempfindung und der Temperaturempfindung. Aber zumeist lassen sich auch Störungen der letztgenannten Qualitäten eruieren, wenn man mit abgestuften Reizen prüft und die Reizschwellen der beiden Körperhälften vergleicht. Immerhin gibt es Fälle, in denen nicht die geringste Herabsetzung des Schmerzgefühls bei gleichzeitiger Schädigung anderer Sensibilitätsqualitäten nachweisbar ist. Fälle mit ausschließlicher Störung des Schmerzgefühls und Integrität aller übrigen Sensibilitätsqualitäten habe ich bei Thalamusherden nie beobachtet.

Das wichtigste Symptom bei Thalamusherden ist das Vorhandensein spontaner Schmerzen und einer ausgesprochenen Hyperpathie auf der dem Herde kontralateralen Körperhälfte. Die Kenntnis dieser Tatsache verdanken wir, nachdem bereits andere Autoren wie Greiff, Edinger, Anton u. a. das Vorkommen zentraler Schmerzen bei Thalamusherden beschrieben hatten, in erster Linie Dejerine und seinen Schülern, Egger, Long und Roussy, sowie Head und Holmes. Diese Thalamusschmerzen sind oft von unerträglicher Stärke, sie können anfallsweise auftreten und sind oft über weite Strecken der betroffenen Körperhälfte, manchmal über diese in toto verbreitet. Sie trotzen fast jeder Medikation auf das Hartnäckigste. Die Hyperpathie tritt wenn die Reizschwelle für die Perzeption des Schmerzgefühls mehr oder weniger erhöht ist, erst bei Anwendung starker Schmerzreize, hervor. Manchmal aber lösen schon ganz schwache Reize, die auf der gesunden Seite völlig unterschwellig sind, auf der kranken Seite heftiges Unbehagen, Wehgefühl oder Schmerz aus. In diesen Fällen besteht also eine wahre Hyperalgesie. In solchen Fällen

erweist sich schon leises Streichen über die Haut, Berühren der Haare u. a. auf der kranken Seite hochgradig schmerzhaft. Einer meiner Kranken gab an, daß ihm das Waschen, das Rasieren, das Kämmen der Haare, ja das bloße Streichen des Schnurrbartes auf der kranken Seite unerträgliche Pein bereite. Ein anderer Kranker hatte, wenn er aus dem Zimmer trat, infolge der Einwirkung der kühleren Außentemperatur auf Gesicht und Hände, sofort in der betreffenden Gesichtshälfte und der entsprechenden Hand ein höchst unangenehmes Gefühl, das bei größerer Kälte über die ganze Körperhälfte ausstrahlte. Wenn es regnete und die Regentropfen die kranke Gesichtshälfte trafen, hatte er sofort rasende Schmerzen, es lief eine Welle „kochenden Wassers“ vom Gesicht über die ganze Körperhälfte herunter. Nicht bloß Oberflächenreize, mögen sie mechanischer, thermischer, chemischer oder elektrischer Natur sein, sondern auch Tiefenreize lösen diese Hyperpathie aus, Druck in die Weichteile oder gegen den Knochen, Druck auf die Eingeweide, besonders Drücken des Hodens werden auf der kranken Seite viel unangenehmer und schmerzhafter empfunden als auf der gesunden; unter Umständen können schon einfache passive Bewegungen der Glieder das Aufsetzen einer schwingenden Stimmgabel und zahlreiche andere Einwirkungen auf der kranken Seite ein mehr oder weniger unangenehmes Gefühl oder starken Schmerz hervorrufen. Einer meiner Kranken gab an, daß er beim Kauen und Schlucken in der betroffenen Hälfte der Mundhöhle und des Rachens die heftigsten Schmerzen verspüre, und er konsultierte deshalb mehrfach den Halsarzt. Wenn er kühles Wasser trank, so hatte er ein Gefühl, wie wenn ein glühender Strom die Speiseröhre herunterschösse, und wenn er urinierte war es ihm, wie wenn, die der kranken Seite entsprechende Hälfte der Urethra „verbrannt“ würde.

Interessant ist es den Beziehungen nachzugehen, welche im einzelnen Falle zwischen den spontanen Schmerzen und der Hyperpathie einerseits und der Herabsetzung der Perzeption peripherer schmerzhafter Reize andererseits bestehen. Es gibt, wie schon oben angedeutet wurde, Fälle von Thalamusaffektionen, in denen überhaupt kein Defekt der Perzeption des Schmerzgefühls eruierbar ist, in denen die Reizschwelle des Schmerzes auf beiden Körperhälften überall die gleiche ist, und in denen die eben geschilderte Hemihyperpathie verbunden mit spontanen unangenehmen Parästhesien und Schmerzen in der betreffenden Körperhälfte besteht, ja es kann sogar die Reizschwelle des Schmerzes herabgesetzt sein, und wir können von echter Hyperalgesie reden. Ich habe das besonders in einem Falle von Tumor des rechten Thalamus opticus, der die gesamte dorsale Partie des Sehhügels einnahm, beobachtet. In der Mehrzahl der Fälle aber ist bei Prüfung mit abgestuften Reizen

die Reizschwelle auf der kranken Seite mehr oder weniger erhöht, ja sie kann, wie oben ausgeführt, so stark erhöht sein, daß sich nur Reize stärkster Intensität durchsetzen. Aber wie dem auch sei, wenn ein Reiz überhaupt stark genug ist, um als Schmerz ins Bewußtsein zu treten, so trägt dieser Schmerz durchaus den Charakter der Hyperpathie. Häufig besteht ein Gegensatz zwischen Oberflächen- und Tiefenreizen insofern, als für erstere die Reizschwelle auf der betroffenen Körperhälfte beträchtlich erhöht ist und es zur Auslösung des Schmerzes eines merklich stärkeren Reizes bedarf als auf der gesunden Körperhälfte, während Tiefenreize bestimmter Intensität, die auf der gesunden Seite noch jeden konkomitierenden unangenehmen Gefühlston oder Schmerz vermissen lassen, solche auf der kranken Körperhälfte schon in starkem Maße hervorrufen.

Die Thalamushyperpathie zeigt genau dieselben Eigenheiten wie die Hyperpathie bei peripheren Nervenläsionen, bei Destruktion der Hinterstränge, bei Unterbrechung der corticofugalen Schmerzhemmungsbahn im Hinterseitenstrang, und bei Haubenherden, dieselben Eigenheiten wie die Hyperpathie bei pathologischer Irritation der peripheren Nerven, der hinteren Wurzeln, der Hinterhörner und des Vorderseitenstranges. Selbst auf die Gefahr hin, mich einer Wiederholung schuldig zu machen. hebe ich hier nochmals die wesentlichsten Eigentümlichkeiten der Hyperpathie hervor. Das Charakteristischste ist wohl die Tatsache, daß der Schmerz, einerlei ob die Reizschwelle normal, erhöht oder erniedrigt ist, auf einen gerade überschwelligen Reiz hin plötzlich vehement, manchmal geradezu explosionsartig in voller Stärke ausbricht: eine Beziehung zwischen Reizstärke und Gefühlsstärke fehlt für alle überhaupt überschwelligen Reize so gut wie ganz. Auf diesen Punkt hat besonders Head hingewiesen, er sagt mit Recht, daß hier das Prinzip des Alles oder Nichts herrscht. Charakteristisch ist ferner der höchst unangenehme, peinigende, unerträgliche Charakter des Schmerzes, der sich ebenso in der Schilderung der Kranken, wie vor allem in den lebhaften Ausdrucks- und Reaktivbewegungen deutlich spiegelt. Vielfach konnte ich auch eine lebhafte Steigerung der Hautreflexe besonders des cutanen Epigasterreflexes, Cremasterreflexes und Plantarreflexes auf der kranken Seite feststellen. Bezeichnend ist ferner die lange Nachdauer des Schmerzes, wobei schmerzfreie Intervalle mit Perioden des recidivierenden Schmerzes mehrfach abwechseln. Die Lokalisation des Schmerzreizes ist eine höchst mangelhafte, zwei oder mehrere gleichzeitig applizierte räumlich getrennte Schmerzreize werden als solche schlecht differenziert. Der Schmerz wird bei punktförmigem Reiz nicht an umschriebener Stelle gefühlt, sondern er irradiiert weit, bei der Thalamushyperpathie vielfach über

die ganze betroffene Körperhälfte, er läuft förmlich wie eine Welle von dem Orte des Reizes über die kranke Körperseite hinweg.

Die gesteigerte Gefühlsbetonung, die der Hyperpathie zugrunde liegt, läßt sich bei Thalamusherden nicht nur bei der Einwirkung algophorer Reize feststellen. Gelegentlich kann man auch, wie dies besonders Head und Holmes hervorgehoben haben und wie ich es bestätigen kann, beobachten, daß bei der Einwirkung von Reizen, die in der Norm einen angenehmen Gefühlston auslösen, dieser auf der kranken Körperhälfte lebhafter ist und als angenehmer bezeichnet wird wie auf der gesunden Seite. Ich konnte das sowohl bei thermischen Reizen mittlerer Intensität wie bei mechanischen Reizen, etwa bei leisem Streichen der Haut oder der Haare feststellen. Bei einem meiner Kranken, der spontan über ein permanentes furchtbares Brennen einer Körperhälfte klagte, wich dieses sofort und machte einem wohltuenden Gefühl Platz, wenn er ein lauwarmes Bad nahm. Sowie etwas kühlere Temperaturen auf die Haut einwirkten, hatte er sofort ein höchst unangenehmes Gefühl und bei kaltem Wasser ausgesprochenen Schmerz.

Für die Erklärung der Hyperpathie und der spontanen Schmerzen bei Thalamusherden können wir dieselben Gesichtspunkte wie zur Erklärung der Haubenhyperpathie und des spontanen Haubenschmerzes heranziehen. Entweder kann es sich um ein Reizsymptom handeln, indem der im Thalamus lokalisierte Krankheitsprozeß auf die grauen Kerne des Sehhügels, speziell auf die im Dienste des Schmerzsystems stehenden Zellelemente als irritative Norm einwirkt. Oder es handelt sich um ein Ausfallssymptom, wobei die Destruktion der in der Schleifen-Thalamus-Rindenbahn enthaltenen perceptorisch-epikritischen Systeme, die, wie bereits mehrfach dargelegt wurde, normaliter einen hemmenden Einfluß auf das Schmerzsystem ausüben und deren Ausfall eine Steigerung der Erregbarkeit des Schmerzsystems im Gefolge hat, verantwortlich zu machen ist. Oder aber diese gesteigerte Erregbarkeit des Schmerzsystems ist die Folge der Zerstörung der ja auch bereits mehrfach erwähnten corticofugalen Schmerzhemmungsbahn, welche den Thalamus opticus passiert. Die Unterbrechung dieser Bahn ist besonders von Head und Holmes zur Erklärung der Thalamushyperpathie herangezogen worden. Head und Holmes nehmen an, daß der Cortex cerebri auf den Thalamus opticus mittels zahlreicher von allen Seiten nach ihm zu konvergierender cortico-thalamischer Bahnen hemmend einwirkt. Alle diese corticofugalen Hemmungsbahnen sollen sich an der lateralen Seite des Sehhügels sammeln, werden sie hier durch einen Herd unterbrochen, so wird der Thalamus enthemmt, Reize, die letzteren von der Peripherie her treffen, wirken sich daher viel stärker aus als unter normalen Verhältnissen. Head und Holmes nehmen, wie zahlreiche andere Autoren, an, daß der Thalamus die letzte zentrale Etappe der Schmerzleitung darstellt, und daß in ihm die durch den peripheren Reiz

erzeugte und ihm zugeleitete neurodynamische Energie ihr psychisches Äquivalent, das Schmerzgefühl, findet, und daß an dem Zustandekommen des Schmerzes der Cortex cerebri überhaupt nicht mehr beteiligt ist. Diese Erklärung Heads ist also in Parallele zu setzen zu der besonders von Brown-Séquard und von Fabritius vertretenen Auffassung, nach welcher die bei halbseitigen Rückenmarksaffektionen so häufig zu beobachtende Hyperästhesie (Hyperpathie) auf der herdgleichen Körperhälfte auf eine Unterbrechung von absteigenden Bahnen zurückzuführen ist, welche im Hinterseitenstrang verlaufen und normaliter die Erregbarkeit der Hinterhornelemente dieser Seite inhibieren Durch die Unterbrechung dieser absteigenden Schmerzhemmungsbahn erfährt die Erregbarkeit der im Dienste des Schmerzsystems stehenden Hinterhornzellen eine Steigerung. Ich habe weiter oben darauf hingewiesen, daß diese corticofugale Schmerzhemmungsbahn wahrscheinlich auch auf die grauen Kerne der Formatio reticularis inhibierend einwirkt und daß ihre Unterbrechung an dem Zustandekommen der spontanen Haubenschmerzen und der Haubenhyperpathie ursächlich mit beteiligt ist. Welche von den verschiedenen hier angeführten Möglichkeiten im einzelnen Falle für das Zustandekommen der Thalamusschmerzen und der Thalamushyperpathie verantwortlich zu machen ist, ist kaum zu entscheiden. Über die Skizzierung der verschiedenen in Betracht kommenden Möglichkeiten kommen wir vorläufig nicht heraus. Die Head'sche Theorie erscheint jedenfalls zu einseitig und wird nicht allen Schwierigkeiten des Problems gerecht. Andererseits kommen wir m. E. um die Annahme einer corticofugalen Schmerzhemmungsbahn nicht herum.

Nun erfährt wahrscheinlich der Thalamus opticus nicht nur vom Cortex cerebri aus eine Inhibition, sondern auch noch von einem anderen ihm übergeordneten Zentrum, dem Corpus striatum. Dieses Organ übt zweifellos normaliter auf das ihm unterstellte Pallidum eine Hemmung aus, bei Zerstörung des Corpus striatum wird die Eigentätigkeit des Pallidums entfesselt, was sich in den bekannten hyperkinetischen Bildern der Athetose, der Chorea, der Torsionscrampi, des Torticollis, der rhythmischen circumskripten und multiplen Tics zu erkennen gibt. Wenn wir von einer Enthemmung des Pallidums sprechen, so ist das nicht ganz korrekt; enthemmt wird der Reflexbogen, dessen efferentes Organ das Pallidum ist, dessen afferenter Anteil aber im Thalamus opticus gelegen ist, bzw. via Thalamus dem Pallidum zuströmt. Das Corpus striatum ist also einem Reflexbogen übergeordnet, in dem Thalamus und Pallidum Knotenpunkte sind, ersterer für die afferenten, letzterer für die efferenten Impulse. Der Thalamus kann, wenn wir den spinalen Reflexbogen zum Vergleich heranziehen, etwa dem Hinterhorn, das Pallidum dem Vorder-

horn gleichgesetzt werden. Die inhibitorische Wirkung des Striatums auf den Thalamus kommt nun unter Anderem auch in der Tatsache zum Ausdruck, daß bei einer Destruktion des Corpus striatum eine Steigerung der Erregbarkeit der Thalamuselemente, die im Dienste des Schmerzgefühls stehen, eintritt. Es kommt zwar nach meinen Erfahrungen kaum je zu spontanen Schmerzen, aber recht oft habe ich eine ganz ausgesprochene Hyperpathie, ja echte Hyperalgesie festgestellt, die sich in nichts von der Hyperpathie bei Thalamusherden selbst unterschied. Besonders auffallend ist die starke Irradiation des Schmerzes und die sehr lange Nachdauer. Dieser Umstand spricht meines Erachtens dafür, daß wir annehmen müssen, daß nicht nur der Cortex cerebri, sondern auch das Corpus striatum eine inhibitorische Wirkung auf das thalamische Schmerzsystem ausüben.

Wir haben im V. Kapitel bei der Besprechung der Bedeutung der Hinterhörner für die Schmerzleitung ausführlich darauf hingewiesen, daß jedes spinale Hinterhornsegment gleichsam eine funktionelle Einheit darstellt; in jedem einzelnen Hinterhornsegment wird das gesamte zugeordnete Körpermetamer, d. h. das entsprechende cutane Dermatom, die zugehörige subcutane Segmentalzone und das zugehörige Viscerotom, gleichsam als Ganzes zusammengefaßt. Diese funktionelle Einheit kommt dadurch zum Ausdruck, daß, wenn ein starker anhaltender Reiz irgendwo im Bereiche eines Körpermetamers angreift, das gesamte Hinterhornsegment in den Zustand der Übererregbarkeit gerät, und daß diese letztere in einer Überempfindlichkeit des gesamten Metamers für exogene Reize sowie in der Irradiation des Schmerzes über den gesamten Bereich des Metamers zutage tritt. Auch der Thalamus opticus stellt gleichsam eine solche funktionelle Einheit dar, zunächst für eine Körperhälfte, aber, bei der innigen Verknüpfung beider Thalami optici untereinander, auch für den gesamten Körper. Die funktionelle Einheit eines Thalamus opticus, zunächt in bezug auf die kontralaterale Körperhälfte, ist zwar bisher noch nicht exakt experimentell nachgewiesen worden, wie dies für das spinale Hinterhornsegment durch die lokale Strychninvergiftung dargetan worden ist. Aber es lassen sich doch eine ganze Anzahl von klinischen Beobachtungsergebnissen für sie ins Feld führen. Wenn durch einen Krankheitsherd die Erregbarkeit des Thalamus opticus gesteigert ist — wobei es ganz einerlei ist, ob wir diese Steigerung der Erregbarkeit als Reizsymptom, als Folge der Einwirkung einer irritativen Noxe, oder als Ausfallssymptom, als Folge der Destruktion des perceptorisch-epikritischen Schleifensystems bzw. als Folge der Unterbrechung der cortico-thalamischen Schmerzhemmungsbahn auffassen —, so stellen wir, wie schon erwähnt, nicht selten fest, daß

der Schmerz, welcher einem eng umschriebenen Hautreiz oder Tiefenreiz folgt, mehr oder weniger über die gesamte Körperhälfte irradiiert. In Fällen, in denen Spontanschmerzen und Hyperpathie zunächst wenig ausgesprochen sind oder ganz fehlen, treten sie manchmal sehr stark zutage, wenn ein permanenter äußerer Reiz einwirkt. Das habe ich in einem Falle von Thalamusherd beobachtet, in dem auf der Fußsohle der betroffenen Körperhälfte eine Brandwunde entstanden war. Diese führte nach wenigen Tagen zu einer lebhaften Hyperpathie der ganzen Körperhälfte, und der Schmerz, welcher durch die Wunde erzeugt wurde, irradiierte über die ganze Körperhälfte. Der Kranke, der sich sehr genau beobachtete, sagte, daß, wenn er es nicht wüßte, daß die Brandwunde am Fuße sei, er nicht imstande sein würde, anzugeben, ob sie irgendwo am Bein, am Rumpf, am Arm oder am Kopf gelegen sei; er fühlte den Wundschmerz gleichmäßig auf der ganzen Körperhälfte. Als die Brandwunde abgeheilt war, verschwanden sowohl die Schmerzen wie die halbseitige Hyperpathie wieder. Ferner konnte ich bei Thalamuskranken, bei denen zunächst das Symptom der Hyperpathie wenig ausgeprägt war oder ganz fehlte, als sie an einem inneren Leiden erkrankten, feststellen, daß der Schmerz auf der dem Thalamusherde kontralateralen Körperhälfte nicht wie bei nervengesunden Individuen nur in bestimmte Dermatome, sondern in die ganze Körperhälfte gleichmäßig projiziert wurde, während er auf der anderen Körperhälfte nur in die den betreffenden Organen entsprechenden cutanen und subcutanen Segmentalzonen irradiierte. Die der inneren Organerkrankung folgende Hyperpathie der Haut und der subkutanen Gewebe erstreckte sich ebenfalls auf der dem Thalamusherde kontralateralen Körperhälfte auf diese in toto, auf der anderen Seite beschränkte sie sich auf die den betreffenden inneren Organen metameral korrespondierenden Dermatome.

Derartige über die Einheit des Körpermetamers und des zugeordneten Hinterhornsegmentes hinausgehende Schmerzirradiationen und Hyperpathien beobachten wir nun gar nicht selten auch bei bestimmten Individuen, die an einer greifbaren Erkrankung des Thalamus opticus gar nicht leiden. Eine umschriebene Erkrankung der Haut kann in gewissen Fällen nicht nur zu einer Hyperpathie der entsprechenden Dermatome, wie sie Goldscheider nachgewiesen hat, sondern zu einer solchen der gesamten Körperhälfte führen; dabei ist es in dem einen Falle mehr die Haut, in einem anderen Falle sind es mehr die tiefen Teile, welche sich als überempfindlich erweisen, in einem dritten Falle kann die gesteigerte Schmerzhaftigkeit nur durch direkten Druck auf die Nervenstämme der betreffenden Körperhälfte nachgewiesen werden. In Übereinstimmung mit der über die ganze Körperhälfte verbreiteten Hyperpathie

steht die Irradiation des Schmerzes von der Stelle der Erkrankung auf weite Bezirke, ja über die gesamte Ausdehnung der betreffenden Körperhälfte. Das gleiche beobachten wir, wenn der zu einer permanenten Irritation Anlaß gebende Krankheitsprozeß seinen Sitz in den tiefen Körperteilen hat, bei tiefliegenden Abszessen, Knochen- und Gelenkaffektionen, Zahnaffektionen u. a. Besonders können wir bei solchen Individuen beobachten, daß, wenn irgendein Nervenstamm erkrankt ist, z. B. eine Ischias oder Occipitalneuralgie auftritt, die Schmerzen nicht nur in dem Verbreitungsbezirke der erkrankten Nerven gefühlt werden, sondern auch in die ganze Körperhälfte irradiieren, und dabei bald in diesem, bald in jenem Nervengebiete mehr hervortreten; aus den Angaben der Kranken geht meist deutlich hervor, daß der Herd des Schmerzes im Gebiete des kranken Nerven liegt, aber von hier aus strahlt der Schmerz häufig in die Nachbargebiete aus und ergießt sich nicht selten wie eine Welle über die ganze Körperhälfte. Die Druckempfindlichkeit sämtlicher zugängigen Nervenstämme der gleichen Körperhälfte ist in solchen Fällen fast stets feststellbar. Analoge Erscheinungen beobachten wir nun schließlich auch besonders, wenn die Individuen, welche wir hier im Auge haben, an einem inneren Leiden erkranken. Häufig ist dabei zunächst der Organschmerz selbst auffallend scharf ausgeprägt, selbst dann, wenn es sich um relativ geringfügige Organveränderungen handelt. Es sind, mit anderen Worten, Individuen, welche einerseits eine relativ hoch entwickelte Fähigkeit der Lokalisation des Visceralschmerzes besitzen, andererseits eine relativ große Schmerzempfindlichkeit im allgemeinen aufweisen. Bei solchen Individuen beobachten wir nun relativ oft, daß der anfangs auffallend gut lokalisierte Organschmerz mehr und mehr irradiiert; die Irradiation kann vorzugsweise eine Körperhälfte betreffen, wenn das erkrankte Organ oder der erkrankte Organteil vorzugsweise einseitig innerviert wird, wie z. B. bei einseitiger Pleuritis oder Lungenerkrankung, bei gewissen Herzerkrankungen, bei Erkrankung einer Niere, eines Ureters, eines Hodens, eines Ovariums usw. Gleichzeitig mit der mehr oder weniger intensiven Schmerzirradiation über die eine Körperhälfte besteht eine cutane und subcutane Schmerzhaftigkeit für äußere Reize (Hyperpathie), die weit über die dem kranken Organ korrespondierenden Segmentalzonen hinausreicht und mehr oder weniger die ganze Körperhälfte betreffen kann. Bei Erkrankungen solcher inneren Organe, die eine exquisit doppelseitige Innervation besitzen, erstreckt sich die Schmerzirradiation und die Ausbreitung der Hyperpathie mehr oder weniger über beide Körperhälften; solche Kranke klagen darüber, daß es ihnen überall weh tut, bald an dieser Stelle mehr, bald an jener, und bei objektiver

Prüfung erweist sich fast jede Stelle des Körpers auf Druck abnorm schmerzhaft.

Die Individuen, bei denen wir solche über die Einheit der Körpermetamere und der zugeordneten Hinterhornsegmente erheblich hinausgehende Schmerzirradiation und Hyperpathien beobachten, ohne daß eine greifbare organische Gehirnerkrankung vorliegt, welche zu einer Steigerung der Erregbarkeit des Thalamus opticus führt, sind nach meiner Erfahrung fast durchweg Neuropathen. Man pflegt die geschilderten Erscheinungen meist als funktionell bedingt zu bezeichnen. Das ist auch insoweit berechtigt, als eine wenigstens mit unseren bisherigen Untersuchungsmethoden eruierbare strukturelle Veränderung des Nervensystems den Phänomenen der Irradiation und der Hyperpathie nicht zugrunde liegt. Gleichwohl glaube ich annehmen zu dürfen, daß auch bei diesen Neuropathen eine Steigerung der Erregbarkeit des Thalamus opticus vorliegt; nur ist dieselbe nicht durch eine „organische", d. h. anatomisch-histologisch bisher erfaßte Alteration der dem Thalamus superponierten corticalen und striären Hemmungsmechanismen bedingt, sondern es kann sich nur um eine mangelhafte Leistungsfähigkeit dieser Mechanismen handeln, eine mangelhafte Funktion, bei scheinbarer anatomischer Integrität. In diesem Sinne ist die Bezeichnung „funktionelle Störung" zulässig. Nun soll damit nicht gesagt sein, daß die erhöhte Schmerzfähigkeit im allgemeinen, die Neigung zur Schmerzirradiation und die ausgedehnte Hyperpathie bei irritativen Krankheitsprozessen, die wir bei vielen Neuropathen feststellen können, ausschließlich auf eine mangelhafte Funktion der dem Thalamus superponierten Hemmungsmechanismen zurückgeführt werden müsse. Wir werden nicht fehl gehen, wenn wir eine Steigerung der Erregbarkeit des gesamten Schmerzsystems in allen seinen Stationen als vorhanden annehmen. In möchte z. B. nicht unerwähnt lassen, daß die sogenannten Head'schen Zonen, die Hyperpathie bestimmter kutaner Dermatome bei Erkrankungen innerer Organe, gerade bei Neuropathen oft besonders prägnant hervortreten, weil, wie ich mir vorstelle, bei ihnen an sich schon eine gewisse Steigerung der Erregbarkeit der Hinterhornsegmente infolge mangelhafter Funktion der zu den Hinterhornelementen absteigenden corticalen Schmerzhemmungsbahn besteht. Aber wie die Verhältnisse auch im einzelnen liegen mögen, gewisse bei Neuropathen zu beobachtende Phänomene, die gesteigerte Schmerzfähigkeit im allgemeinen, die Neigung zur Schmerzirradiation und die Ausbreitung der Hyperpathie über eine ganze Körperhälfte bei irritativen Krankheitsprozessen in der Haut, in den tiefen Teilen, in den inneren Organen oder in den Nervenstämmen selbst, finden ihre ungezwungenste Erklärung in einer gesteigerten Erregbarkeit

des Thalamus opticus infolge mangelhafter Funktion des superponierten corticalen oder striären Hemmungsapparates. Es ist nicht ohne Bedeutung, daß in derartigen Fällen auch andere Symptome, die einen Mangel der inhibitorischen Funktion des Corpus striatum auf die ihm untergeordneten Apparate, Thalamus-Pallidum, verraten, nicht selten bestehen; dahin gehören choreatische, ticartige Spontanbewegungen und andere hyperkinetische Erscheinungen, deren Abhängigkeit von einer einfachen Störung des neurodynamischen Gleichgewichtes zwischen Corpus striatum einerseits und Thalamus-Pallidum andererseits, in dem oben dargelegten Sinne, höchst wahrscheinlich ist.

Die funktionelle Einheit des Thalamus opticus, von der wir bei diesen Betrachtungen ausgegangen waren, wird nun noch durch eine Reihe anderer Tatsachen beleuchtet, welche damit zusammenhängen, daß der Thalamus opticus nicht nur eine Station des Schmerzsystems ist, in der gleichsam alle Schmerzbahnen einer Körperhälfte zusammengefaßt sind und miteinander in Kontakt treten, sondern zugleich eine Sammelstelle für alle sensiblen und sensorischen Bahnen des Organismus überhaupt. Die spontanen Schmerzen und unangenehmen Parästhesien, welche wir bei Thalamusaffektionen so oft antreffen, erfahren nämlich nicht selten eine beträchtliche Exazerbation und treten da, wo sie von vornherein gar nicht vorhanden sind, manchmal erst deutlich hervor, wenn irgend ein sensibler, an sich gar nicht algekphorer, taktiler, thermischer, elektrischer oder chemischer Reiz auf die betroffene oder auf die gesunde Körperhälfte einwirkt. Denselben Effekt rufen aber auch nicht selten rein sensorische Reize hervor. Plötzliches grelles Licht, starke, besonders unvermittelte acustische Reize, das Ertönen von Musik, ja, schon das bloße Anhören eines Gespräches, intensivere Gerüche u. a. können in diesem Sinne wirken. Bei einem Kranken meiner Beobachtung traten bei ganz bestimmten Geschmacksreizen (Zwiebeln) überaus unangenehme Sensationen in der gesamten kranken Körperhälfte auf, während andere Geschmacksreize keinen derartigen Effekt nach sich zogen. Head berichtet über eine Kranke, bei der affektiv-indifferente Gehörseindrücke, wie das Schlagen der Uhr, das Tönen einer Stimmgabel oder ein Lied komischen Inhaltes gar keinen Einfluß hatte, während das Anhören eines Trauerchores sofort ein furchtbares Gefühl in der erkrankten Seite auslöste.

Zu einem Verständnis dieser Auslösung bzw. Steigerung der Schmerzen und unangenehmen Parästhesien durch alle möglichen sensiblen und sensorischen Reize gelangen wir, wenn wir uns vergegenwärtigen, daß in den Thalamus opticus nicht nur die sensiblen Bahnen im engeren Sinne und mit ihnen auch die Schmerzbahnen einmünden, sondern daß

ebendorthin auch optische, acustische, olfactorische und Geschmacksreize gelangen. Der Thalamus stellt, wie schon oben bemerkt, ein großes Sammelbecken für afferente Impulse jedweder Genese dar. Er ist die einzige Station des Zentralnervensystems, in der ein solcher Conflux stattfindet. Wenn durch einen Krankheitsprozeß im Thalamus opticus die im Dienste des Schmerzgefühls stehenden grauen Kernmassen eine abnorm starke Ansprechbarkeit (overreaction Head's) erfahren haben, so ist es verständlich, daß diese Schmerzelemente nicht nur auf direkte dem Thalamus zugeleitete Schmerzreize reagieren, sondern auch auf optische, acustische und andere sensorische Reize, welche dem Thalamus zuströmen und daselbst mit dem thalamischen Anteil des Schmerzsystems in engster Beziehung stehen. Sämtliche Elemente des Thalamus sind offenbar funktionell untereinander so eng miteinander verknüpft, daß bei der durch den Krankheitsprozeß hervorgerufenen Ladung des Schmerzkernes (sit venia verbo) jede überhaupt nur zufließende afferente Erregung, mag sie auf sensiblen, auf optischen, acustischen oder anderen Bahnen dem Thalamus zuströmen, für den Schmerzkern die Bedeutung eines überschwelligen Reizes hat, so daß Schmerzgefühl auftritt. Das bedeutet, daß der Thalamus opticus nicht nur eine funktionelle Einheit für die Schmerzbahnen der einen Körperhälfte, sondern mehr oder weniger für alle afferenten Bahnen derselben darstellt. Da aber unter Umständen auch Reize, welche die gesunde Körperhälfte treffen, Schmerzen und Parästhesien auf der kranken Seite auslösen, müssen wir m. E. annehmen, daß gleichsam beide Thalami optici funktionell relativ eng untereinander verknüpft sind: in ihnen ist der gesamte Körper gleichsam zusammengefaßt.

Die Auslösung von Schmerzen bzw. die Steigerung derselben durch sensorische, optische, acustische u. a. Reize ist nicht nur bei Thalamusaffektionen anzutreffen, sondern auch bei Haubenherden, die mit spontanen Schmerzen oder Hyperpathie einhergehen, beobachtet worden. Sie kommt nicht selten auch bei Schmerzzuständen anderer Genese vor. Besonders ausgesprochen ist dieser Einfluß bei den als Kausalgie bezeichneten Schmerzzuständen bei den traumatischen Läsionen der Nervenstämme speziell bei den Schußverletzungen derselben. Bei letzteren gehört die Auslösung bzw. die Exazerbation der Schmerzen durch die verschiedensten sensiblen Reize, welche außerhalb des peripheren Verbreitungsgebietes der betroffenen Nerven auf der gleichen und auf der gegenüberliegenden Körperhälfte angreifen, zu den häufigen Vorkommnissen, die man als Alloparalgie oder Synästhesalgie zu bezeichnen pflegt. Dasselbe gilt für sensorische, acustische, optische u. a. Reize. Wir können uns diesen Einfluß nur so erklären, daß von dem patholo-

gischen Irritationsprozeß, der am peripheren Nerven oder sonst irgendwo in der Peripherie, oder auch an einer zentraler gelegenen Stelle des Schmerzsystems angreift, ausgehend, ein dauernder Erregungsstrom in den Thalamus opticus sich ergießt und die dort vorhandenen im Dienste des Schmerzsystems stehenden grauen Kernmassen in einen Zustand erhöhter Ladung versetzt, so daß diese auf jeden anderen dem Thalamus opticus zugehenden Reiz, mag er sensibler, optischer, acustischer oder anderer sensorischer Genese sein, jedesmal mit dem psychischen Erlebnis des Schmerzes reagieren. Es gibt, wie schon erwähnt, keine andere Stelle des Nervensystems, in welcher sämtliche sensorischen und sensiblen Bahnen des gesamten Organismus konfluieren und in direkten Kontakt miteinander treten. Im Hinterhorn konfluieren alle Schmerzfasern eines Dermatoms, cutane, subcutane und viscerale Fasern; das Hinterhornsegment bildet für sie gleichsam eine funktionelle Einheit. Im Thalamus konfluieren alle sensiblen und sensorischen Bahnen des gesamten Körpers; er stellt für sie gleichsam eine funktionelle Einheit dar.

IX.

Wir haben bereits weiter oben erwähnt, daß zahlreiche Autoren der Meinung sind, daß der Thalamus opticus die Endstation des Schmerzsystems darstellt, d. h., daß die ihm durch die algophoren Reize auf den Bahnen des Schmerzsystems zugeleiteten Erregungen in ihm diejenigen neurodynamischen Zustandsänderungen hervorrufen, deren psychisches Korrelat das Erlebnis des Schmerzgefühls ist. Daß dies für diejenigen Wirbeltiere, deren Cortex noch gar nicht oder wenig entwickelt ist, zutrifft, erscheint ohne weiteres plausibel. Daß aber auch Säugetiere, denen die gesamte Großhirnrinde exstirpiert ist, die also Thalamustiere im eigentlichen Sinne sind, lebhaftes Schmerzgefühl bekunden, ist durch Goltz, Rothmann u. a. und neuerdings auch durch Magnus zur Genüge dargetan worden, soweit auf diesem, doch ein psychisches Erlebnis angehenden Gebiete Analogieschlüsse aus den motorischen Reaktionen des Tieres überhaupt einen Schluß zulassen. Was die Verhältnisse beim Menschen anlangt, so ist besonders Edinger auf Grund der Beobachtung eines großhirnlosen Thalamuskindes, welches die ausgesprochensten Schmerzäußerungen bekundete, für die Auffassung eingetreten, daß das Erleben des Schmerzes nicht an die Tätigkeit des Cortex gebunden sei, sondern eine Funktion des Thalamus opticus darstelle. Daß besonders auch Head und Holmes diesen Standpunkt einnehmen, habe ich bereits erwähnt. Ich komme darauf später noch besonders zurück. Wenn wir zu diesem Problem Stellung nehmen wollen, müssen wir zunächst die Frage erörtern, ob bei corticalen Herden destruktiver Art eine Störung

in der Perzeption des Schmerzgefühls überhaupt vorkommt, und ob bei irritativen Rindenprozessen Schmerzen auftreten. Ehe wir diesen beiden Fragen nähertreten, müssen wir die corticalen Endstätten der afferenten sensiblen Bahnen überhaupt näher ins Auge fassen. Wir wissen zunächst, daß die vom Thalamus opticus corticalwärts ziehenden sensiblen Bahnen erstens in der hinteren Zentralwindung enden. Die hintere Zentralwindung zeigt, wie dies für den Affen durch Sherrington und seine Mitarbeiter und in neuester Zeit besonders durch Dusser de Barenne bewiesen worden ist, auch beim Menschen eine somatotopische Gliederung bezüglich der Sensibilität, ähnlich wie die vordere Zentralwindung eine solche bezüglich der Motilität besitzt. Die einzelnen einander in vertiko-basaler Richtung folgenden Abschnitte des Gyrus centralis posterior entsprechen den einzelnen Körperregionen: Bein, Rumpf, obere Extremität, Hals und Kopf. Innerhalb dieser sogenannten Hauptfelder besteht noch eine weitere Gliederung, indem z. B. die Region der oberen Extremität Unterabschnitte für Schulter, Oberarm, Vorderarm, Hand, Finger, ja für jeden einzelnen Finger aufweist. Ähnliches gilt für das Feld der unteren Extremität. Wenn auch die Abgrenzung dieser einzelnen sensiblen Foci innerhalb der hinteren Zentralwindung keine absolut scharfe ist, so müssen wir doch auf Grund mannigfacher klinischer Erfahrungen eine weitgehende somatotopische Gliederung der letzteren im Prinzip anerkennen. Die corticopetalen Bahnen enden, wie überhaupt in der Rinde, so auch in der hinteren Zentralwindung, im wesentlichen in der III. und IV. Rindenzellschicht (Bielschowsky). Außer der hinteren Zentralwindung kommt beim Menschen als corticale Endstätte sensibler Bahnen der obere Scheitellappen in Betracht. Flechsig bestreitet zwar auf Grund der Ergebnisse, der von ihm für diese Fragen besonders herangezogenen myelogenetischen Methode, daß außer in einem kleinen, hart an der Fissura interparietalis gelegenen Bezirke im oberen Scheitellappen afferente thalamo-corticale Fasern enden. Es kann aber meines Erachtens kein Zweifel darüber bestehen, daß beim Menschen der obere Scheitellappen eine ebenso wichtige corticale Endstätte der sensiblen Bahnen des Körpers darstellt wie die hintere Zentralwindung. Ausgedehnte oberflächliche Rindenherde des oberen Scheitellappens sind von Sensibilitätsstörungen in der kontralateralen Körperhälfte gefolgt, auch dann, wenn die Herde keine Schädigung des subcorticalen Marklagers und der in der Tat bogenförmig unter der Rinde des oberen Scheitellappens entlang, der hinteren Zentralwindung zustrebenden Projektionsfasern der letzteren mit sich bringen. Ebenso haben tiefgreifende Exzisionen größerer Abschnitte des oberen Scheitellappens eine Störung der Sensibilität der gesamten kontralateralen Körperhälfte im Gefolge. Der Einwand,

daß hierbei der Stabkranz der hinteren Zentralwindung mit verletzt sei, kann höchstens für die Beinregion, Rumpfregion und die oberen Abschnitte der Armregion, nicht aber für die Handregion und vor allem nicht für die Kopfregion stichhaltig sein. Im Gegensatz zu der hinteren Zentralwindung habe ich bisher keine sicheren Beweise für eine somatotopische Gliederung des oberen Scheitellappens auffinden können.

Der lange Zeit und auch heute noch von vielen Autoren für ein corticales Projektionsfeld der Körpersensibilität angesehene untere Scheitellappen kann aber meines Erachtens nicht als solches gelten. Es fehlen alle strikten Beweise hierfür. Oberflächliche Läsionen desselben, die den Stabkranz der hinteren Zentralwindung oder des oberen Scheitellappens unberührt lassen, haben keine Sensibilitätsstörungen im Gefolge. In dieser Hinsicht stimme ich der Flechsig'schen Lehre vollkommen zu.

Es hat lange Zeit ein reger Streit darüber geherrscht, ob außer der hinteren Zentralwindung auch die vordere Zentralwindung corticopetale sensible Projektionsfasern erhält. Flechsig läßt zwar die Hauptmasse der corticopetalen Fasern in der hinteren Zentralwindung enden, gibt aber zu, daß ein Teil derselben auch die im Grunde des Sulcus centralis gelegene Rinde und ein sehr spärlicher Teil auch die vordere Zentralwindung selbst erreicht. Munk, Horsley, Luciani, Moll u. A. sehen die Regio Rolandica, d. i. die vordere und hintere Zentralwindung, als gemischt motorisch-sensibel an. Dejerine hat sie lange als sog. Zone „sensitivo-motrice mixte“ bezeichnet und geglaubt, daß in der vorderen wie in der hinteren Zentralwindung sowohl motorische Fasern entspringen wie sensible endigen. Im allgemeinen aber ist man in neuester Zeit und mit ihr auch Dejerine selbst zu der Auffassung gelangt, daß die vordere Zentralwindung rein motorisch, die hintere rein sensibel sei. Zu diesem Schluß ist man, abgesehen von den bekannten tierexperimentellen Ergebnissen Hitzig's und Sherrington's und seiner Mitarbeiter und den analogen Rindenreizergebnissen am Menschen (F. Krause, Cushing u. A.), nach denen nur die vordere Zentralwindung, nicht aber die hintere auf den elektrischen Reiz mit einem motorischen Effekte antworten soll, in erster Linie deshalb gelangt, weil umschriebene, streng auf die vordere Zentralwindung beschränkte Läsionen keine Sensibilitätsstörungen, sondern nur eine spastische Parese bestimmter Körperteile im Gefolge haben, während umgekehrt streng auf die hintere Zentralwindung beschränkte Rindenherde keine Lähmung, sondern nur Sensibilitätsstörungen und eine von ihnen abhängige Ataxie mit sich bringen. Nun ist aber erstens, wie dies O. und C. Vogt für den Affen nachgewiesen haben, die hintere Zentralwindung ein Ausgangspunkt motorischer Bahnen, die allerdings eine andere physiologische Dignität haben wie die von der vorderen Zentralwindung entspringende Pyramidenbahn.

Wie ich festgestellt habe, reagiert die hintere Zentralwindung auch beim Menschen auf elektrische Reizung mit einem motorischen Effekt, und zwar in analoger Weise wie die vordere Zentralwindung mit isolierten Bewegungen einzelner Gliedabschnitte; nur bedarf es zur Erzielung dieses Effektes höherer Stromstärken, die Reizschwelle liegt bei galvanischer Reizung im allgemeinen an der hinteren Zentralwindung 2—4 MA. höher als an der vorderen. Die Frage, wie diese isolierten Bewegungen bei Reizungen der hinteren Zentralwindung zustande kommen, kann hier nicht näher erörtert werden. Sie ist auch von untergeordneter Bedeutung. Jedenfalls kann die hintere Zentralwindung nicht einfach als rein sensibel bezeichnet werden. Andererseits muß, wie wir alsbald sehen werden, wahrscheinlich auch die vordere Zentralwindung zu den corticalen Endstätten der Bahnen der Körpersensibilität gerechnet werden. Schon Flechsig hat immer wieder nachdrücklichst betont, daß die an die vordere Zentralwindung nach vorn zu anschließende hintere Hälfte der ersten Frontalwindung und der anstoßenden Teile des Gyrus fornicatus beim Menschen afferente thalamo-corticale Fasern erhalten. Er hält diesen frontalen Abschnitt für die kortikale Rumpfregion, eine Annahme, die allerdings in dieser speziellen Fassung durch nichts erwiesen ist.

In jüngster Zeit hat Dusser de Barenne durch die Methode der lokalen Strychninvergiftung die Ausdehnung der sensiblen Rindenfelder beim Affen genau bestimmt. Er hat gezeigt, daß nicht nur bei der Applikation des Strychnins auf die Rinde der hinteren Zentralwindung und des Scheitellappens, d. h. also der von jeher als sensible Projektionsfelder geltenden Areae 1, 2, 3, 5 und 7 der Brodmann'schen Nomenklatur, sondern auch ebenso bei der lokalen Vergiftung der präzentralen Felder, also der vorderen Zentralwindung und der anstoßenden Teile der Frontalwindungen bis zum Sulcus arcuatus nach vorn zu, d. h. also der Brodmann'schen Felder 4 und 6, bei den strychninisierten Tieren bestimmte sensible Reizerscheinungen festgestellt werden. Diese bestehen in spontanen ohne äußeren Reiz auftretenden unangenehmen und wohl auch schmerzhaften Parästhesien und in einer ausgesprochenen Hyperalgesie der Haut und der tiefen Körperteile. Die Abb. 57 zeigt die auf diese Weise gewonnene Ausdehnung des corticalen sensiblen Projektionsfeldes beim Affen (Macacus). Wie weit dieses Projektionsfeld auf der medialen Seite der Hemisphäre reicht, ist bisher nicht untersucht worden. Das sensible Projektionsfeld zerfällt beim Affen, wie ein Blick auf die Abb. 57 lehrt, in 3 große Abschnitte, die Beinregion, Armregion und Kopfregion. Zwischen Bein- und Armregion ist, wie das aus mehreren Beobachtungen Dusser de Barenne's hervorgeht, die Rumpfregion

eingeschaltet zu denken. Jede dieser Hauptregionen, welche in occipito-frontaler Richtung eine sehr breite Ausdehnung besitzen, stellt nach Dusser eine sogenannte funktionelle Einheit dar, d. h. bei der Strychninvergiftung irgendeiner ganz kleinen, nur wenige Quadratmillimeter umfassenden Stelle beliebiger Lokalisation innerhalb einer bestimmten Hauptregion trat stets eine Übererregbarkeit dieser gesamten Hauptregion auf, die sich in einer Hyperalgesie des gesamten entsprechenden Körperteiles, des Armes, oder des Beines, oder des Kopfes zu erkennen gab; niemals aber erstreckte sich die Hyperalgesie auf Bein und Arm, oder auf Arm und Gesicht, oder gar auf Bein und Gesicht zugleich, sofern nur dafür gesorgt wurde, daß die vergiftete Stelle tatsächlich ganz innerhalb der Grenzen der betreffenden Hauptregion gelegen war.

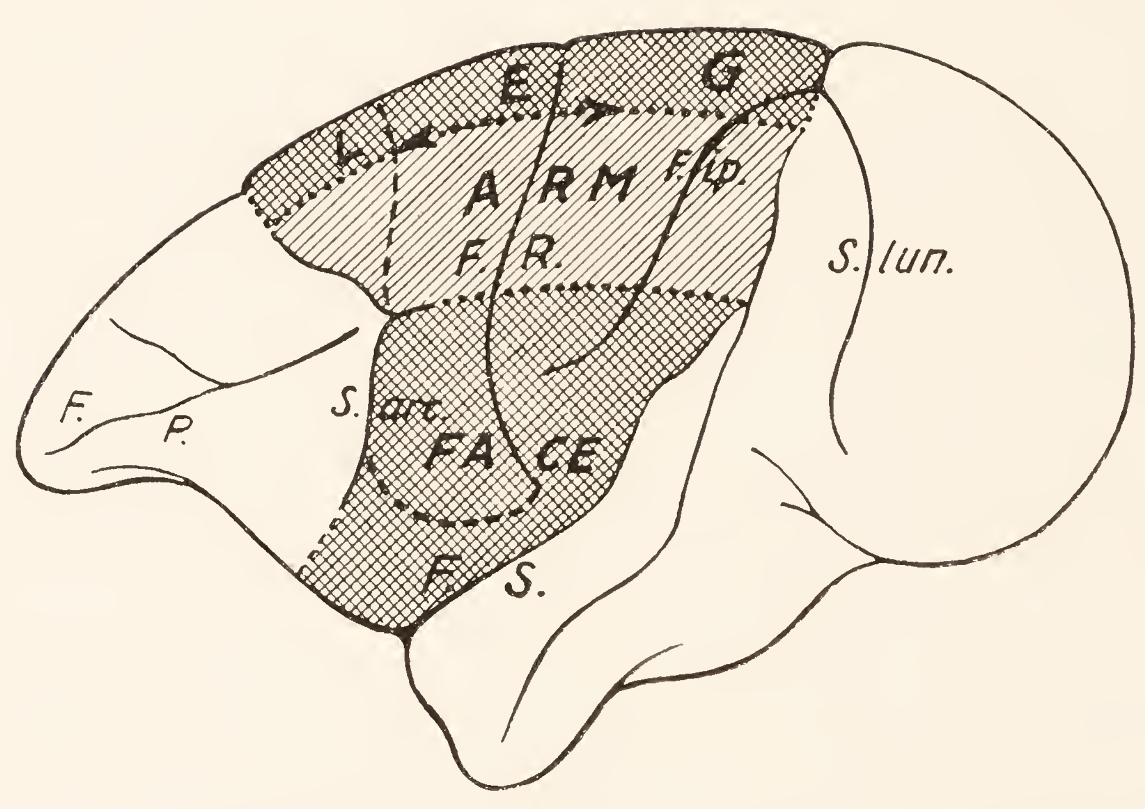


Abb. 57. Ausdehnung des sensiblen Rindenfeldes bei Cercopithecus nach Dusser de Barenne, gewonnen durch lokale Strychninvergiftung.

Danach besteht also offenbar eine scharfe funktionelle Trennung zwischen den 3 großen Hauptregionen, dem Kopf-, Arm- und Beinareal, deren Grenzen das Strychnin streng respektiert, die aber andererseits bei nur eng umschriebener Vergiftung irgendeines kleinen, beliebig lokalisierten Abschnittes sofort als Ganzes in Übererregbarkeit geraten. Die Analogie der Strychninwirkung auf die Rinde mit der auf die dorsalen Partien des Rückenmarkes springt sofort in die Augen, wenn wir uns daran erinnern, daß die lokale Vergiftung irgendeines ganz kleinen Höhenabschnittes eines Hinterhornsegmentes genügt, um das gesamte Segment in den Zustand der Übererregbarkeit zu versetzen und die ganze Strychninsegmentzone in ihrer vollen Ausdehnung hervortreten zu lassen, daß dabei aber andererseits die Grenzen des betreffenden Dermatoms streng respektiert werden.

Äußerst bemerkenswert ist nun die Tatsache, daß bei der lokalen Strychninvergiftung einer der Hauptregionen einer Hemisphäre die sensiblen Reizerscheinungen und die Hyperalgesie fast stets doppelseitig auftreten, also bei der Vergiftung einer Armregion in beiden Armen, einer Beinregion in beiden Beinen, einer Kopfregion im ganzen Gesicht, wobei allerdings die kontralaterale Extremität und, wie aus einzelnen Versuchen hervorzugehen scheint, auch die kontralaterale Gesichtshälfte stärker beteiligt war als die homolaterale. Diese Doppelseitigkeit der Reizphänomene gilt in erster Linie für die Hautsensibilität, weniger konstant, wie es scheint, auch für die Tiefensensibilität. Danach sind also innerhalb einer Armregion beide oberen Extremitäten, innerhalb einer Beinregion beide Beine vertreten. Ja, selbst wenn beide sensiblen Armregionen fast in ihrer ganzen Ausdehnung exstirpiert wurden und nur ein kleiner, wenige Quadratmillimeter umfassender Rindenbezirk, der in den beiden entsprechenden Versuchen Dusser's noch dazu der präzentralen vorderen Zentralwindung angehörte, der Strychninvergiftung unterworfen wurde, bestand noch eine ausgesprochene Überempfindlichkeit beider Arme, besonders des kontralateralen. Daraus scheint mir hervorzugehen, daß beide oberen Extremitäten in ihrer gesamten Ausdehnung noch in diesem einen kleinen präzentralen Rindenbezirk sensibel vertreten sind.

Wichtig ist auch der Umstand, daß die sensiblen Reizerscheinungen in den distalen Abschnitten der Extremitäten stets weitaus am stärksten hervortraten.

Lehren uns also diese äußerst exakt durchgeführten Untersuchungen Dusser de Barenne's einerseits, welch große Ausdehnung das sensible Projektionsfeld in der Rinde besitzt, so besagen sie doch andererseits nichts darüber, ob alle die verschiedenen Abschnitte desselben in gleichem Maße im Dienste der Sensibilität stehen.

Was den Menschen anlangt, bei dem bisher derartige lokale Strychninvergiftungen der Rinde nicht vorgenommen worden sind, so wissen wir heutzutage nur soviel, daß bei der elektrischen Reizung der hinteren Zentralwindung (Abb. 58, C. p. 1, 2, 3) sensible Reizerscheinungen und Parästhesien auftreten. Das ist von Bartholo, Cushing, van Valkenburg u. a. bewiesen und ich habe es vielfältig bestätigen können. Mittels elektrischer Rindenreizung konnte ich auch die somatotopische Gliederung der hinteren Zentralwindung beim Menschen mehrfach sehr genau beweisen, indem je nach dem Orte der Reizung relativ eng umschriebene Körperabschnitte der Sitz der Parästhesien waren. Mittels der elektrischen Reizung gelingt es nicht nur die drei großen Körperregionen, Bein-, Arm- und Kopfregion abzugrenzen, sondern innerhalb derselben auch noch eine

Untergliederung aufzudecken, so in der Armregion eine solche in Foci der Schulter, des Oberarmes, des Vorderarmes, der Hand und der einzelnen Finger, wobei der Daumenfocus am weitesten basal gelegen ist und dem Gebiete des Halses und des unteren Facialis benachbart liegt. Die Abb. 58 gibt einen Überblick über die somatotopische Gliederung der hinteren Zentralwindung des Menschen, wie sie sich auf Grund der Ergebnisse der elektrischen Reizmethode darstellt. Die Ergebnisse der elektrischen Rindenreizung unterscheiden sich also von denen der Strychninvergiftung darin, daß letztere stets die gesamte Hauptregion in

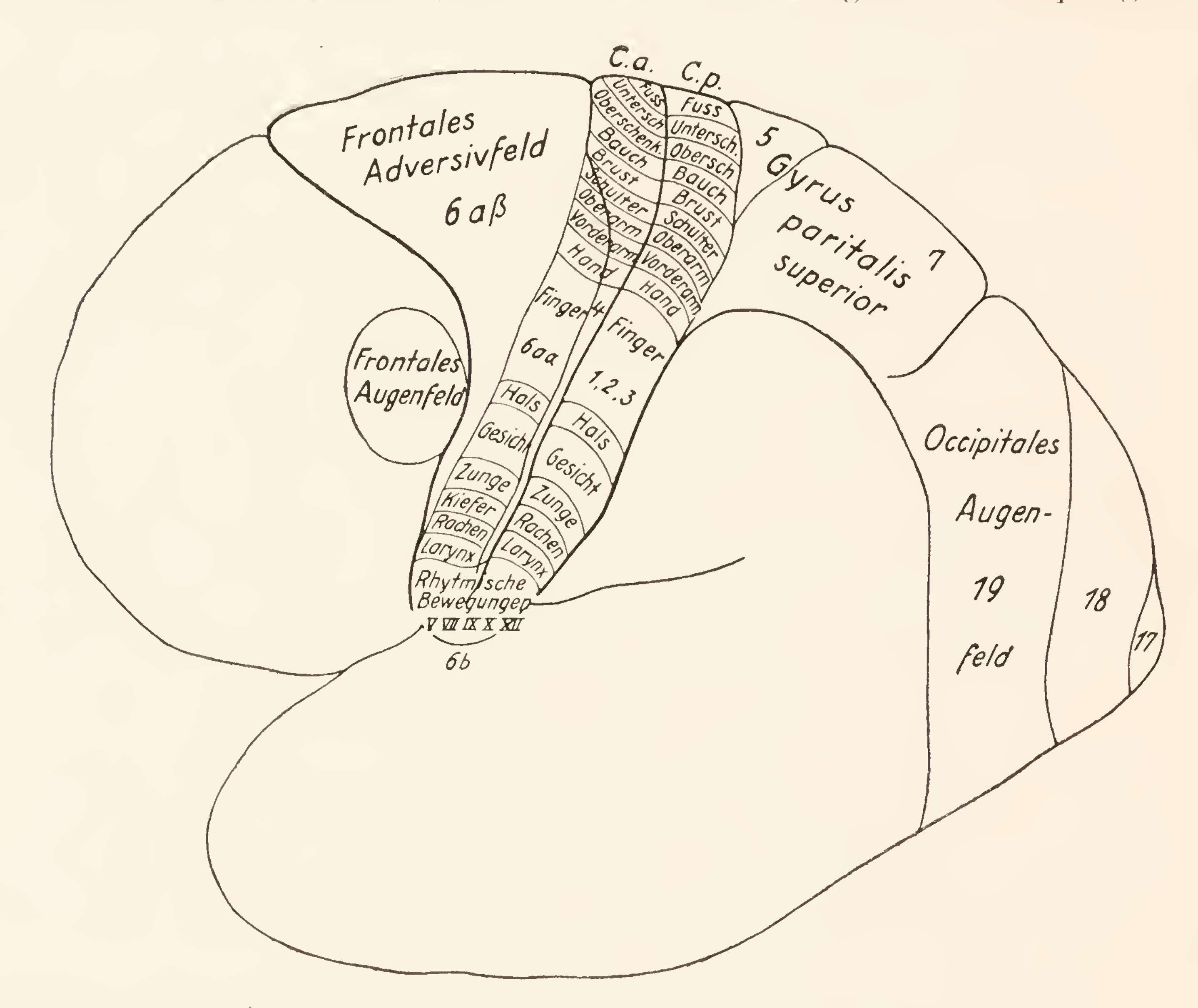


Abb. 58. Schematische Darstellung der sensiblen und motorischen Projektionsfelder beim Menschen nach O. Foerster.

Übererregbarkeit versetzt, einerlei an welcher Stelle das Gift angreift, während der elektrische Reiz in seiner Wirkung viel lokalisierter bleibt und dadurch die feinere Gliederung zum Ausdruck bringt. In voller Übereinstimmung mit den Ergebnissen der elektrischen Reizmethode stehen die Erfahrungen, welche bei der sogenannten sensiblen Rindenepilepsie beim Menschen gemacht worden sind. Wirkt irgendein Krankheitsprozeß auf eine umschriebene Stelle der hinteren Zentralwindung als irritative Noxe ein, so führt dies bekanntlich nicht selten zu paroxysmal auftretenden sensiblen Reizerscheinungen meist in Form von mehr oder

weniger starken Parästhesien, die manchmal sogar einen schmerzhaften Charakter haben können. Diese Parästhesien beginnen in derjenigen Körperstelle, deren Fokus in der hinteren Zentralwindung den Angriffspunkt der irritativen Noxe bildet und von ihr aus pflanzen sich diese Parästhesien sukzessive wie eine Welle über die ganze kontralaterale Körperhälfte fort. Je länger und besser das Bewußtsein dabei erhalten bleibt, um so genauer kann der Ablauf in allen Stationen verfolgt werden. So konnte mir ein Kranker, der einen in der hinteren Zentralwindung gelegenen oberflächlichen Kontusionsherd im Fingergebiet hatte, genau angeben, daß die Parästhesie stets im fünften und vierten Finger begann und dann der Reihe nach einerseits die anderen Finger, den Daumen, den Hals, den Mundwinkel und die Backen, die Augenlider und die Stirn, andererseits Hand, Vorderarm, Oberarm, Schulter, Brust, Bauch, Oberschenkel. Unterschenkel, Fuß, Steißbein und die Genitalorgane ergriff. Seinen Abschluß fand der Anfall mehrfach mit einer heftigen Blasen- und Mastdarmparästhesie, die sich in starkem Harn- und Stuhldrang zu erkennen gab. In einem anderen Falle, bei dem ein Konvolut von Knochensplittern zwischen beiden Hemisphärenhälften bis auf den Balken versprengt war und eine Zerstörung beider Parazentrallappen und der anstoßenden Teile des Gyrus fornicatus gesetzt hatte, begann der sensible Jackson'sche Anfall stets mit Blasen- und Mastdarmschmerzen, dann folgten Parästhesien in der Genitalregion, in den Zehen, dem Fuß, Unterschenkel, Oberschenkel, Rumpf, Schulter, Arm, Finger, Daumen, Hals, Gesicht und Zunge. Eine derartige detaillierte der fokalen Gliederung der hinteren Zentralwindung entsprechende typische Reizsukzession ist in solcher Ausprägung natürlich höchst selten zu beobachten, aber die somatotopische Gliederung der hinteren Zentralwindung, wenigstens in ihren großen Zügen, spiegelt sich doch oft genug beim sensiblen Jackson recht gut wieder.

Es gibt auch Fälle, in denen ein in der hinteren Zentralwindung lokalisierter irritativer Prozeß zu dauernden Parästhesien in bestimmten Körperabschnitten führt. So beobachte ich gegenwärtig einen Kranken mit einer traumatischen Läsion der Centralis posterior, der im Daumen, Zeige- und Mittelfinger schwere Störungen des Raumsinnes und Lagegefühls hat, und im vierten und fünften Finger über permanente sehr lästige Parästhesien klagt. Der Prozeß hat also die sensiblen Foci der ersten drei Finger zerstört, während er auf die des vierten und fünften Fingers als dauernde irritative Noxe einwirkt.

Elektrische Reizung des oberen Scheitellappens (Abb. 58, G. p. s. 5 u. 7) ruft beim Menschen ebenfalls Parästhesien in der kontralateralen Körperhälfte hervor. Dieselben können sogar recht stark sein und einen

schmerzhaften Charakter tragen. Krankheitsprozesse, welche als irritative Noxe auf den oberen Scheitellappen einwirken, führen ebenso wie die im Gyrus postcentralis, lokalisierten Prozesse nicht selten zu sensorischen epileptischen Anfällen die sensiblen Reizerscheinungen haben teils den Charakter des Kriebelns, des Wallens, der Strangulationsempfindung, manchmal den eines tiefen dumpfen Schmerzes oder eines starken Muskelermüdungsgefühls. Mehrere Male habe ich auch heftige Leibschmerzen im Rahmen des sensiblen Anfalles auftreten sehen. Manchmal bestehen bei irritativen Prozessen im Bereiche des oberen Scheitellappens auch dauernde Parästhesien auf der kontralateralen Körperhälfte, in einem von mir lange Zeit beobachteten Falle von traumatischer Läsion des Gyrus parietalis superior sinister hatte der Kranke ständige sehr heftige Schmerzen in der gesamten rechten Körperseite, verbunden mit einer lebhaften Hyperpathie derselben. Es ist mir bisher nicht gelungen, im oberen Scheitellappen des Menschen eine somatotopische Gliederung mittels der elektrischen Reizmethode festzustellen, im Gegensatz zur hinteren Zentralwindung. Nicht einmal die ausschließliche Zugehörigkeit differenter Stellen zu Arm oder Bein konnte ich mit Sicherheit erweisen, sondern wenn überhaupt durch den elektrischen Reiz Parästhesien ausgelöst wurden, so betrafen sie stets mehr oder weniger die gesamte Körperhälfte. Damit scheinen mir die Erfahrungen im Einklang zu stehen, welche ich bei der Irritation des oberen Scheitellappens durch Krankheitsprozesse gesammelt habe. Sowohl der von dieser Rindenstelle ausgehende sensible epileptische Anfall, wie die etwa vorhandenen permanenten Parästhesien, betrafen in meinen Fällen stets die gesamte kontralaterale Körperhälfte gleichzeitig. Ich muß es aber vollkommen dahingestellt sein lassen, ob nicht etwa weitere Untersuchungen und Erfahrungen doch noch eine gewisse somatotopische Gliederung des Gyrus parietalis superior aufdecken werden. Hervorzuheben ist, daß Dusser de Barenne mittels der Strychninvergiftung beim Affen innerhalb des Scheitellappens dieselbe somatotopische Gliederung in die drei Hauptregionen, Bein-, Arm-, Kopfgebiet, wie in der hinteren (und vorderen) Zentralwindung nachweisen konnte.

Niemals ist es mir gelungen, durch elektrische Reizung irgend einer anderen Rindenpartie als der hinteren Zentralwindung und des oberen Scheitellappens irgendwelche Parästhesien hervorzurufen, selbst nicht bei stärkster Reizung. Das gilt insbesondere auch für die vordere Zentralwindung (Feld 4 und 6 a α) und diejenigen Abschnitte der Stirnwindungen, welche dem Feld 6 a β entsprechen. Während also beim Affen durch die lokale Strychninvergiftung bewiesen werden konnte, daß diese präzentralen

Rindenabschnitte einen Teil des sensiblen Projektionsfeldes der Rinde bilden, konnte mittels der elektrischen Rindenreizung beim Menschen dieser Nachweis nicht erbracht werden. Dusser de Barenne hat aber ganz recht, wenn er auf den Unterschied der beiden Methoden hinweist und die Überlegenheit der Methode der Strychninvergiftung gegenüber der elektrischen Reizung hervorhebt, indem erstere gleichsam das Maximum an Funktionsleistung aus den betreffenden Rindenabschnitten herausholt, während der elektrische Reiz offenbar viel weniger intensiv wirkt und viel weniger adäquat ist. Das sensible Projektionsfeld beim Menschen würde, unter der Voraussetzung, daß die von Dusser de Barenne erhobenen Befunde auf den Menschen übertragen werden dürfen, die Felder 1, 2, 3, 5 und 7, 4, 6 a α, 6 a β und 6 b umfassen. Nicht dazu gehören würden das frontale Augenfeld und das occipitale Augenfeld.

Aber selbst wenn sich durch die lokale Strychninvergiftung herausstellen sollte, daß auch beim Menschen die präzentralen Felder 4 und 6 zum sensiblen Projektionsfeld gehören, so würde doch schon der Umstand, daß nur bei elektrischer Reizung der hinteren Zentralwindung und des oberen Scheitellappens Parästhesien oder Schmerzen hervorgerufen werden, nicht aber durch die der präzentralen Felder, einen wichtigen Unterschied bezüglich der Rolle, welche die retrozentralen Felder einerseits und die präzentralen Felder andererseits im Dienste der Sensibilität spielen, bedeuten. Dieser Unterschied kommt vor allem aber darin zum Ausdruck, daß erwiesenermaßen nur Läsionen der hinteren Zentralwindung und des oberen Scheitellappens, niemals aber Läsionen, welche streng auf die präzentralen Felder beschränkt sind, Sensibilitätsdefekte im Gefolge haben. Insofern müssen wir die ersteren, die retrozentralen Windungen (1, 2, 3, 5 und 7) als das sensible Hauptfeld der Rinde ansehen.

Es ist eine seit langem bekannte klinische Tatsache, daß selbst bei sehr ausgedehnten Herden innerhalb der retrozentralen Rindenregionen die anfangs vorhandenen sensiblen Ausfallserscheinungen oft eine beträchtliche Rückbildung erfahren, ja, bisweilen völlig verschwinden können. Besonders bei Prozessen, die im frühen Kindesalter entstanden sind, werden später sensible Ausfallserscheinungen sehr oft völlig vermißt, obwohl die schwersten Zerstörungen der retrozentralen Regionen aufgedeckt werden. Auffallend ist für mich immer die Tatsache gewesen, daß das Ausmaß der Rückbildung ceteris paribus individuell so ungemein verschieden ist. An dieser Rückbildung nehmen die verschiedenen Sensibilitätsqualitäten in sehr verschiedenem Grade teil: am schwersten gestört bleiben meist das Lagegefühl und die Bewegungsempfindungen, das Gewichtsschätzungsvermögen (der sogenannte Kraftsinn) und der Raumsinn. Bei circumskripten Läsionen der hinteren Zentralwindung

ist oft ein isoliertes Fehlen des dreidimensionalen Erkennens, die sogenannte corticale Testlähmung Wernicke's, das einzige feststellbare Ausfallssymptom. Die Tatsache der Rückbildung der durch die Läsionen der retrozentralen Rindenfelder bedingten Sensibilitätsdefekte findet meines Erachtens ihre einfachste Erklärung darin, daß, wie aus den Untersuchungen Dusser de Barenne's hervorgeht, das sensible Projektionsfeld der Rinde eben eine ungemein große Ausdehnung besitzt. Da ist zunächst der auch gerade von Dusser experimentell festgestellten Tatsache zu gedenken, daß eine Extremität, z. B. der rechte Arm, seine sensible Vertretung nicht nur in der kontralateralen, sondern auch in der homolateralen Armregion besitzt. Wenn also nach einer einseitigen ausgedehnten Zerstörung der retrozentralen Rindenfelder die Sensibilitätsdefekte eine Rückbildung erfahren, liegt es nahe, zunächst an eine vikariierende Funktionsleistung der homolateralen Retrozentralfelder zu denken. In dieser Auffassung werden wir besonders durch den Umstand bestärkt, daß bei doppelseitigen Zerstörungen der retrozentralen Rindenregionen die bleibenden Sensibilitätsdefekte zweifellos oft viel tiefgreifender sind als bei einseitiger Zerstörung. Auch der von Dusser erwähnte Umstand, daß die Tiefensensibilität einer Extremität an der doppelseitigen Vertretung in der Rinde weniger Anteil zu haben scheint als die Hautsensibilität, paßt gut zu der klinischen Tatsache, daß bei einseitiger Zerstörung der retrozentralen Felder die Störungen der Hautsensibilität im allgemeinen viel rückbildungsfähiger sind, als die Störungen der Tiefensensibilität, besonders des Lagegefühls und der Bewegungsempfindungen. Es fragt sich aber, ob in der Vertretung einer Körperhälfte in den beiderseitigen Retrozentralfeldern das Problem der Restitution der sensiblen Ausfallserscheinungen nach einseitigen Herden seine alleinige Erklärung findet. Diese Frage muß meines Erachtens verneint werden, denn ich fand selbst bei ausgedehnten doppelseitigen Herden innerhalb beider Retrozentralfelder noch eine beträchtliche Rückbildung der Sensibilitätsdefekte, besonders im Gebiete der Hautsensibilität. Das führt uns meines Erachtens zu der Auffassung, daß außer den Retrozentralfeldern noch andere Rindenbezirke beim Menschen im Dienste der Sensibilität stehen oder wenigstens in stärkerem Maße in ihren Dienst treten können, als es unter normalen Verhältnissen der Fall ist. Und da liegt es nahe, an die präzentralen Felder 4 und 6, an die vordere Zentralwindung, den Fuß der zweiten Stirnwindung und die hintere Hälfte der ersten Stirnwindung zu denken. Wenn auch isolierte Defekte dieser Rindenpartien an sich keine Sensibilitätsdefekte im Gefolge haben, so besagt das noch lange nicht, daß sie mit der Sensibilität überhaupt nichts zu tun haben, und daß sie bei Zerstörung des sensiblen

Hauptfeldes, der Retrozentralregion, nicht vikariierend eintreten können. Sie stellen gleichsam ein sensibles Hilfsfeld dar, dessen Bedeutung für die Sensibilität überhaupt erst bei Zerstörung des Hauptfeldes hervortritt. Es liegt nahe, hier die gegenseitigen Beziehungen der hinteren und vorderen Wurzeln zum Vergleich heranzuziehen. Die ersteren stellen, wie wir gesehen haben, die sensible Hauptbahn dar, die letzteren eine afferente Hilfsbahn: die Unterbrechung der ersteren hat stets Sensibilitätsdefekte im Gefolge, die isolierte Unterbrechung der letzteren niemals, aber bei Unterbrechung der ersteren sind die definitiven Sensibilitätsdefekte, besonders im Gebiete der Tiefensensibilität, speziell die der Druckempfindung und des Druckschmerzes, oft geringe, weil die vorderen Wurzeln die Leitung der entsprechenden afferenten Impulse im weitgehendem Maße zu leisten imstande sind.

Nachdem wir nunmehr die Gesichtspunkte, welche uns über die Ausdehnung des sensiblen Projektionsfeldes der Rinde beim Menschen Aufschluß geben, erörtert haben, müssen wir die Frage prüfen, ob alle sensiblen Qualitäten gleichmäßig in der Rinde vertreten sind. Die Frage, die uns in dieser Arbeit zunächst angeht und von der wir am Eingang dieses Kapitels ausgegangen sind, ist die, ob das Schmerzgefühl an die Tätigkeit des Cortex gebunden ist, ob seine Mitwirkung zum Zustandekommen desselben überhaupt erforderlich ist. Ich habe weiter oben bereits darauf hingewiesen, daß Edinger den Schmerz als eine Funktion des Thalamus opticus betrachtet. Er ist zu dieser Auffassung auf Grund der Beobachtung eines großhirnlosen Kindes, dessen Thalamus opticus erhalten war und das auf Nadelstiche genau so reagierte wie ein normales Kind gleichen Alters, gelangt. Dieser Rückschluß ist nicht ohne weiteres statthaft. Zwar machte das Kind bei Schmerzreizen die lebhaftesten Abwehrbewegungen, es verzog das Gesicht und schrie laut, aber über den Hauptpunkt, ob das Kind Schmerz gefühlt hat, war natürlich bei dem Unvermögen zu sprachlicher Verständigung kein Aufschluß zu erlangen. Solche Reaktivbewegungen auf Schmerzreize sind auch in Fällen von Arhinencephalie beobachtet worden, besonders in einem 1924 von Gamper mitgeteilten Falle, in dem alle Hirnteile oral vom Nucleus ruber und damit auch der Thalamus opticus fehlten. In einem Falle von Anencephalie, den Brouwer mitgeteilt hat, war überhaupt nur das Rückenmark und der größte Teil der Oblongata vorhanden und doch reagierte das Kind prompt auf Schmerzreize. Fast überflüssig erscheint wohl der Hinweis darauf, daß bei totaler Durchtrennung des Rückenmarkes auf algophore Reize vollkommen zweckmäßigen Abwehrbewegungen ausgeführt werden und doch fühlt der der Kranke erwiesenermaßen nichts von Schmerz. Aus den motorischen

Reaktionen allein, mögen sie noch so vollkommen sein, dürfen wir auf keinen Fall auf das gleichzeitige Vorhandensein des psychischen Erlebnisses des Schmerzes schließen. Wir werden niemals in Erfahrung bringen, ob ein Thalamusmensch Schmerzgefühl hat oder nicht. Für die Beurteilung der Frage, ob der Cortex cerebri an dem Zustandekommen des Schmerzgefühls beteiligt ist oder nicht, sind wir lediglich darauf angewiesen, festzustellen, ob bei Rindenläsionen Störungen der Schmerzperception vorkommen oder nicht und ob bei Rindenreizung Schmerz auftritt.

Um den letzteren Punkt vorweg zu nehmen, so habe ich bereits weiter oben erwähnt, daß sowohl bei elektrischer Reizung der hinteren Zentralwindung und des oberen Scheitellappens als auch bei der Einwirkung irritativer Krankheitsprozesse auf diese Rindenabschnitte Parästhesien auftreten, es handelt sich dabei meist um mehr oder weniger unangenehme schmerzähnliche Gefühlsvorgänge, das Gefühl des Kribbelns oder Ameisenlaufens, das Gefühl des Wallens oder Brennens oder Juckens, um ein dumpfes Gefühl des Pressens oder der Zusammenschnürung, um Muskelermüdungsgefühle, gelegentlich aber auch um richtiges Schmerzgefühl, bald mehr vom stechenden Charakter, bald vom Charakter des ausgesprochenen Druckschmerzes. Daß bei Reizung des Parietallappens manchmal heftiger Leibschmerz auftritt, habe ich auch bereits weiter oben erwähnt, ebenso wie die Tatsache, daß bei Irritation der sensiblen Foci von Blase und Mastdarm, die an der medialen Fläche der Hemisphäre im hinteren Abschnitt des Lobus paracentralis oder im Präcuneus (oder vielleicht auch im anstoßenden Teil des Gyrus fornicatus) gelegen sind, sehr schmerzhafte Blasen- und Mastdarmparästhesien auftreten können. Wir werden allerdings aus dem Auftreten derartiger Visceralschmerzen und Sensationen noch nicht ohne weiteres schließen dürfen, daß dieselben tatsächlich das psychische Äquivalent der durch den Rindenreiz hervorgerufenen Zustandsänderung der hier gelegenen kortikalen sensiblen Elemente darstellen müssen, sondern es ist auch möglich, daß der Rindenreiz sich auf efferenten Bahnen der Peripherie mitteilt und in den betreffenden Organen motorische Vorgänge auslöst, welche ihrerseits zu den entsprechenden Organschmerzen Anlaß geben. Die Existenz efferenter Bahnen vom Gyrus c. p. und Gyrus p. s. zu den quergestreiften Muskeln ist sicher erwiesen (C. und O. Vogt, Foerster): es ist aber nichts darüber bekannt, ob von diesen Rindenpartien solche efferenten Bahnen zu den inneren Organen ausgehen. Es ist aber erforderlich, angesichts der Schwierigkeiten des hier diskutierten Problems keine voreiligen Schlüsse zu ziehen, sondern alle Bedenken von vornherein in der Argumentation zu berücksichtigen. Die Frage, ob der bei Reizung des Gyrus c. p. oder Gyrus p. s. auftretende Organschmerz das psychische

Äquivalent der durch den Reiz hervorgerufenen physischen Zustandsänderung der corticalen Zellelemente selbst darstellt, würde nur dann in positivem Sinne entschieden sein, wenn Fälle bekannt wären, in denen die betreffenden Viscera fehlen oder die efferenten oder afferenten Bahnen derselben völlig unterbrochen sind und der Rindenreiz gleichwohl den Organschmerz auslösen würde. Ein solcher Nachweis steht bisher aus. Daß aber die bei Rindenreizung in die Extremitäten projizierten Parästhesien und Schmerzen tatsächlich das psychische Äquivalent der Erregung der corticalen sensiblen Elemente darstellen, glaube ich aus einem von mir beobachteten Falle, in dem ein Bein am Oberschenkel amputiert war und ein irritativer Prozeß des kontralateralen oberen Scheitellappens Schmerzgefühl hervorrief, das in dem fehlenden Fuß lokalisiert wurde, schließen zu dürfen. Der oben für den Leibschmerz und Blasenschmerz gemachte Einwand, daß die Reizung des Parietallappens eine Kontraktion der noch erhaltenen Muskeln des amputierten Beines bewirkt und daß diese etwa durch Zerrung des zentralen Endes des im Amputationsstumpf enthaltenen N. ischiadicus den Schmerz im Fuß bedingt haben könnte, konnte durch die einfache Beobachtung widerlegt werden. Der erhobene Einwand, die bei Rindenreizung auftretenden Parästhesien und Schmerzen könnten möglicherweise erst die Folge von efferenten Effekten des Rindenreizes auf periphere Erfolgsorgane sein, hat schon darum sehr wenig Wahrscheinlichkeit weil die Parästhesien auch dann auftreten, wenn von Muskelkontraktionen nichts zu sehen ist. Die Ergebnisse der elektrischen Rindenreizung und die Beobachtungen bei krankhaften irritativen Rindenprozessen sprechen also dafür, daß der Cortex jedenfalls an dem Zustandekommen des Schmerzgefühls beteiligt zu sein scheint.

Was nun die Perzeption des Schmerzes bei destruktiven Prozessen des Gyrus centralis posterior und des oberen Scheitellappens anlangt, so ist hervorzuheben, daß in zahlreichen Fällen von ausgedehnter Zerstörung dieser Rindenteile, besonders wenn sich dieselben langsam entwickelt haben oder wenn eine längere Zeit seit der akuten Zerstörung verstrichen ist, Störungen des Schmerzgefühls völlig vermißt werden, während andere Sensibilitätsqualitäten eine tiefgreifende und nachhaltige Schädigung erleiden. Das gilt nach meiner Erfahrung, die sich mit der zahlreicher anderer Autoren deckt, sogar für die Majorität der Fälle. Head und Holmes, die sich eingehend mit dieser Frage beschäftigt haben, fassen ihre Ergebnisse folgendermaßen zusammen: „In all lesions of the sensory path below the optic thalamus some loss of sensation to painful stimuli is of commun occurrence. But we have never discovered any disturbance of this form of sensibility as the con-

sequence of a stationary cortical lesion, except when the disease was of recent origin or unless the patient had suffered shortly before from convulsions or had been subjected to other causes of shock." An anderer Stelle sagen sie: „Pure cortical lesions cause no increase or decrease of sensibility to measured painful stimuli. But if the cortical destruction is recent or progressive or if it produces convulsions, slight, remarkable defects may appear in painful sensibility: the threshold, not only to prick but to painful pressure may be considerably raised and sometimes even coarse pricking fail to evoke a sensation with any certainty. In fact we may be face to face with a truly diminished sensibility to painful stimuli closely resembling the loss produced by interference with sensory impulses at a lower level. But these changes are due to shock exhaustion, to the state called by Monakow: diaschisis: they are due to a profound disturbance of function extending back beyond the level of the sensory cortex and affective the receptive mechanism in the optic thalamus."

So einfach wie Head und Holmes die Verhältnisse darstellen, liegen dieselben nun aber nicht. Sicher ist, daß in zahlreichen Fällen mit rein corticalen Läsionen langanhaltende schwere Störungen der Schmerzperzeption festgestellt werden können: wenn diese Fälle auch die Minderheit darstellen. Das haben uns besonders die Kriegserfahrungen gelehrt. In vielen Fällen meiner Beobachtung mit ausgedehnten Zerstörungen des G. c. p. und G. p. s. habe ich solche Störungen beobachtet, die von einer totalen, die gesamte kontralaterale Körperhälfte betreffenden Hemianalgesie bis zu leichtester nur bei Anwendung abgestufter Reize eruierbarer Hypalgesie in einzelnen kleinen Bezirken der oberen oder unteren Extremität schwankten. Was ich besonders betone, ist der Umstand, daß diese Defekte der Schmerzperzeption nicht nur in rezenten Fällen, sondern auch noch jahrelang nach der Verletzung festgestellt werden konnten, auch dann, wenn keine Rindenepilepsie vorlag. Aber ich muß andererseits zugeben, daß je länger ich meine Fälle beobachtete, um so mehr die Störungen der Schmerzperzeption abnahmen und vielfach ganz verschwanden, während andere Sensibilitätsqualitäten dauernd die tiefgreifendsten Störungen aufwiesen. Also die Tendenz zur Rückbildung anfangs vorhandener Defekte der Schmerzperzeption ist mehr oder weniger bei allen kortikalen Läsionen vorhanden und sicher größer als für die meisten anderen Sensibilitätsqualitäten. Ferner muß ich hervorheben, daß durchaus nicht jede frische Läsion innerhalb der Retrozentralregion Störungen der Schmerzperzeption im Gefolge hat. Solche können z. B. nach meiner Erfahrung bei kleineren operativen Exzisionen innerhalb des G. c. p., sei es in der Hand-Fingerregion, sei es in der Beinregion oder innerhalb

des G. p. s., von Anfang an vermißt werden, während ich sie nach umfangreicher Exzision feststellen konnte. Aus alledem scheint mir hervorzugehen, daß normaliter der Cortex cerebri an dem Zustandekommen des Schmerzgefühls beteiligt ist, daß aber weitgehende Ausgleichsmöglichkeiten vorhanden sind, so daß bei eng umschriebenen Defekten innerhalb des Retrozentralgebietes überhaupt keine Störungen des Schmerzgefühls entstehen, und selbst bei sehr ausgedehnten Herden die anfangs vorhandene Analgesie oder Hypalgesie teilweise oder ganz schwinden kann.

Es liegt nahe, zur Erklärung dieser sicher sehr erheblichen Ausgleichsmöglichkeit an die breite Ausdehnung des sensiblen Projektionsfeldes, die Dusser de Barenne beim Affen nachgewiesen hat, zu denken, um so mehr, wenn wir uns vergegenwärtigen, daß in den zugrunde liegenden Experimenten Dusser's gerade eine Abänderung der Schmerzperzeption den Indikator für die Bestimmung des sensiblen Projektionsfeldes gebildet hat. Wir werden sowohl für das initiale Fehlen jeglicher Störungen der Schmerzperzeption bei Herden geringen Umfanges wie für die weitgehende Rückbildung dieser Störungen bei ausgedehnteren Herden zu berücksichtigen haben, daß jede Körperhälfte doppelseitig vertreten ist, und daß nicht nur das Retrozentralfeld Schmerzbahnen erhält, sondern auch die sensiblen Hilfsfelder der Präzentralregion für diesen Ausgleich zur Verfügung stehen. Wie weit für den Ausgleich außer diesen ausgedehnten corticalen Bezirken auch noch der Thalamus opticus in Betracht kommt, muß so lange unentschieden bleiben, bis ein Fall bekannt sein wird, in dem beiderseits das gesamte sensible Projektionsfeld vernichtet ist und doch der Ausgleich festgestellt wurde. Ein derartiger Fall existiert bisher nicht, und damit sind wir auch bis heute nicht in der Lage, die oben aufgeworfene Frage zu entscheiden, ob zum Zustandekommen des Schmerzgefühls der Cortex cerebri unentbehrlich notwendig ist, oder die Tätigkeit des Thalamus opticus genügt. Daß aber normaliter der Cortex cerebri an dem Zustandekommen des Schmerzgefühls überhaupt Anteil hat, scheint mir festzustehen. Sonst wären die ausgedehnten und lange anhaltenden Analgesien und Hypalgesien, die bei rein corticalen Läsionen vorkommen, nicht verständlich. Ich kann mich der Auffassung von Head und Holmes, daß die bei corticalen Läsionen beobachteten Störungen der Schmerzrezeption stets auf eine tiefgreifende, durch Diaschisis bedingte funktionelle Störung des Thalamus opticus zurückzuführen sein sollen, nicht anschließen. Ich gebe zu, daß besonders bei traumatischen Läsionen und ganz besonders bei Schußverletzungen des Gehirns neben der Zerstörung des Cortex auch eine beträchtliche Mitschädigung des Thalamus

durch Fernwirkung der Noxe stattfinden kann. Mit solchen Fernschädigungen müssen wir ja bei den traumatischen Affektionen des Gehirns und Rückenmarks in sehr zahlreichen Fällen rechnen, wodurch die lokalisatorische Bedeutung der durch Schußverletzungen hervorgerufenen Kontusionsherde vielfach stark beeinträchtigt wird. Aber diese Fernschädi-

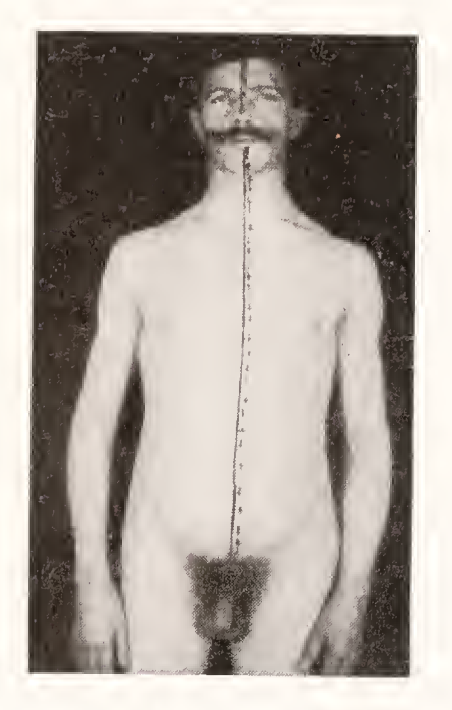


Abb. 59.

Abb. 59.
Corticale Läsion, Hemianästhesie für alle Qualitäten der Oberflächen- und Tiefensensibilität, keine Aussparung im Gesicht oder in der Regio anogenitalis.

Abb. 60.
Corticale Läsion, Hemianästhesie, die kontinuierliche Linie stellt die Grenze der taktilen Anästhesie dar, die Linie + · — + · — die Grenze der Analgesie u. Thermanästhesie. Das Gesicht und die Regio anogenitalis sind frei von Störungen der Berührungsempfindung, aber analgetisch u. thermanästhetisch.

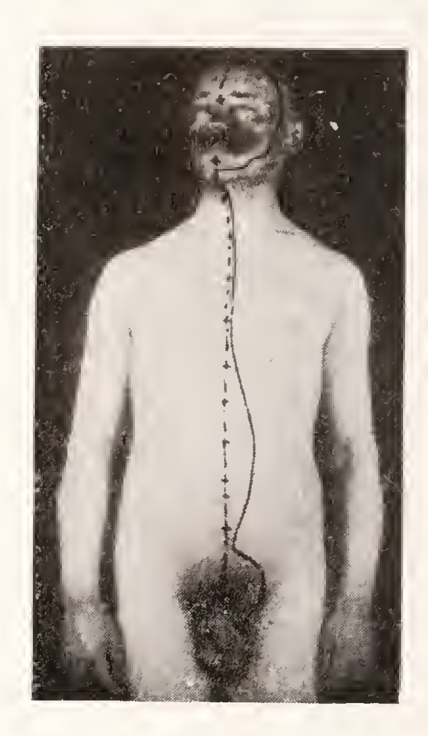


Abb. 60.

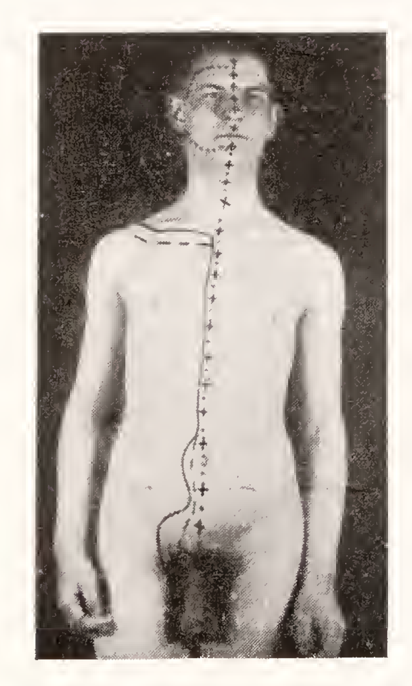




Abb. 61.

Abb. 61.
Corticale Läsion, Hemianästhesie. Die kontinuierliche Linie stellt die Grenze der taktilen Anästhesie dar, die Linie — — — die Grenze der Analgesie, die Linie .... die der Warmanästhesie, die Linie +++ die der Kaltanästhesie. Kopf, Hals und Regio anogenitalis sind frei von Störungen der Berührungsempfindung und des Schmerzgefühls, das Gesicht frei von Störungen der Warmempfindung. Die Kälteanästhesie umfaßt die ganze Körperhälfte.

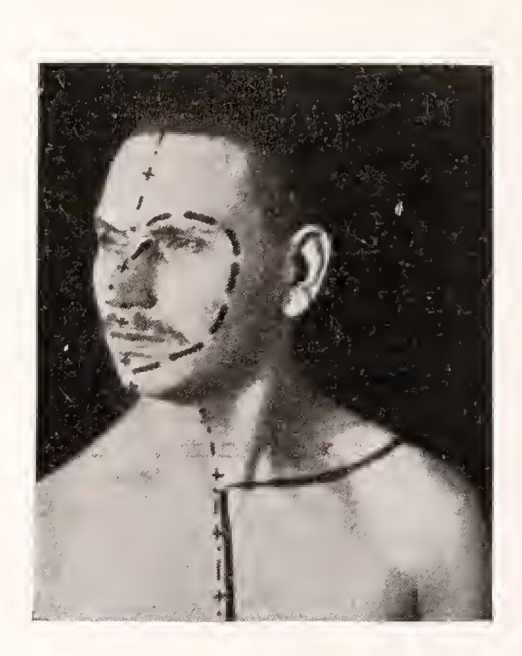


Abb. 62.

Abb. 62.
Corticale Läsion, Hemianästhesie. Die kontinuierliche Linie stellt die Grenze der taktilen Anästhesie dar, die Linie — — — die der Analgesie, die Linie + · + · die der Thermanästhesie. Gesicht, Hals und Regio anogenitalis sind frei von Störungen der Berührungsempfindung, die Umgebung des Auges, der Nase und des Mundes sowie die Umgebung des Anus sind frei von Analgesie.

gungen klingen in ihrer Wirkung in der Mehrzahl der Fälle ab. Und es ist meines Erachtens nicht ohne weiteres statthaft, die ausgedehnten, über Monate und Jahre fortbestehenden Analgesien, welche ich in zahlreichen Fällen bei traumatischen Rindenläsionen beobachtet habe, auf eine bleibende Mitschädigung des Thalamus durch das Geschoß zu

beziehen. Vollends geht das nicht an, wenn es sich um chirurgische Exzisionen innerhalb der Retrozentralregion handelt. Bei ihnen erfährt der Thalamus überhaupt keine Schädigung, und doch beobachten wir bei solchen Exzisionen erhebliche und manchmal auch lange Zeit anhaltende Störungen des Schmerzgefühls.



Abb. 63.
Corticale Läsion, ursprünglich totale Hemianästhesie, später stationäre Anästhesie für alle Qualitäten am Arm und Bein. Gesicht, Hals, Rumpf und Regio anogenitalis frei von Sensibilitätsstörungen.

Abb. 64.
Doppelseitige Läsion der obersten Abschnitte beider hinteren Zentralwindungen und des hinteren Abschnittes beider Parazentrallappen. Anästhesie beider Beine und des Bauches für alle Qualitäten, Ataxie beider Beine.

Abb. 63.



Abb. 64.

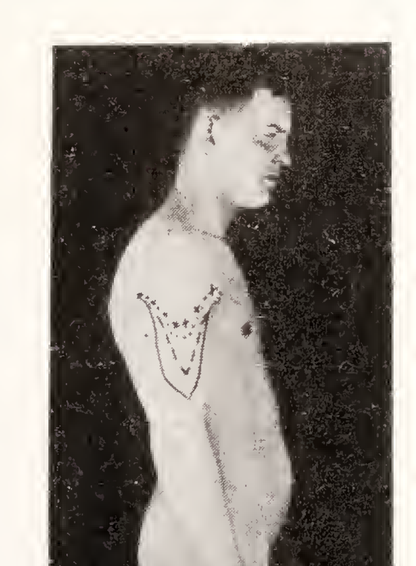


Abb. 65.
Monoplegia corticalis des Arms mit Anästhesie für alle Qualitäten am Arm. Zu beachten ist das Freibleiben der Schulter und des obersten Teiles der Außenseite des Oberarms (vgl. Abb. 66).



Abb. 66a.



Abb. 66b.

Corticale Läsion. Anästhesie des Armes und der Brust. Keine Störung der Berührungsempfindung. Die Grenzen der Analgesie sind durch die Linie — — — markiert, die der Warmanästhesie durch die Linie . . . , die der Kaltanasthesie durch die Linie + + + +.

Das spricht mit großer Bestimmtheit für die selbständige Bedeutung des Cortex beim Zustandekommen des psychischen Erlebnisses des Schmerzes.

Es erübrigt noch die Topik, d. h. die Form und Ausbreitung der Analgesien und Hypalgesien bei corticalen Läsionen und ihre Beziehung

zu den Störungen der übrigen Sensibilitätsqualitäten zu erörtern (vgl. Abb. 59—77). Die Ausdehnung der Störung des Schmerzgefühls hängt naturgemäß von der Lage und Ausdehnung des corticalen Herdes ab. Bei ausgedehnten, das ganze sensible Projektionsfeld einer Hemisphäre tangierenden Prozessen kann es zu einer Hemianalgesie der gesamten kontralateralen Körperhälfte kommen. Aber ein völliger Verlust des Schmerzgefühls auf der gesamten dem corticalen Herd gegenüber liegenden Körperhälfte ist meines Erachtens sehr selten. Ich habe das bisher nur in wenigen Fällen beobachtet. Dieser Verlust bezog sich sowohl auf den cutanen Oberflächenschmerz, wie auf den tiefen Druckschmerz. Im allgemeinen pflegt die Störung des cutanen Schmerzes stärker ausgeprägt zu sein als die des Tiefenschmerzes, wie wir dies bereits bei den Thalamusherden und Haubenherden feststellen konnten. Bei den meisten corticalen Herden, die mit Hemianalgesie einhergingen, fand ich genau wie bei Thalamus- und Haubenherden, daß die Umgebung des Anus, das Perineum und die Genitalregion einerseits, das Gesicht oder wenigstens Teile desselben, speziell die Umgebung des Mundes oder des Auges andererseits, frei von Störungen des Schmerzgefühls waren. Ferner reicht am Rumpf die Grenze der Analgesie oft nicht bis an die Medianlinie heran, sondern biegt bogenförmig mehr oder weniger weit vor derselben aus. Mehrfach fand ich am Rumpf die Störung des Schmerzgefühls auf die lateralen Partien desselben



Abb. 67.
Corticale Monoplegie des Arms, Anästhesie des Arms für alle Qualitäten. Zu beachten ist das Freibleiben der Innenseite des Oberarms.



Abb. 68a.



Abb. 68b.

Corticale Läsion. Taktile Anästhesie an der ulnaren Hälfte der Hand und an der Außenseite des Fußes, Analgesie nur an der Außenseite des Fußes (— — —), Thermanästhesie an der ganzen Körperhälfte (axialer Typus der Sensibilitätsstörung).

beschränkt. Betrifft der kortikale Herd nur bestimmte Regionen des sensiblen Projektionsfeldes, so beschränkt sich die Analgesie von vornherein auf die entsprechenden Körperabschnitte. Solche „mono-



Abb. 69 a.



Abb. 69 b.

Corticale Läsion der Beinregion. Anästhesie der Außenseite des Unterschenkels und Fußes. Grenze der taktilen Anästhesie —, Grenze der Analgesie — — —, Grenze der Warmanästhesie ......, Grenze der Kaltanästhesie +++ (axialer Typus der Sensibilitätsstörung).



Abb. 70 a.



Abb. 70 b.

Corticale Läsion der Beinregion. Anästhesie der Außenseite des Unterschenkels und Fußes. Grenze der taktilen Anästhesie —, Grenze der Analgesie — — —, Grenze der Kaltanästhesie + + +, Grenze der Warmanästhesie ..... (axialer Typus der Sensibilitätsstörung).



Abb. 71.

Abb. 71.
Corticale Läsion der Armregion. Anästhesie der ulnaren Hälfte der Hand und des Vorderarmes. Grenze der taktilen Anästhesie —, Grenze der Thermanästhesie + · + · . Es besteht keine Analgesie (axialer Typus der Sensibilitätsstörung).

Abb. 72.
Corticale Läsion der Armregion. Anästhesie der ulnaren Hälfte der Hand und des Vorderarmes. Grenze der Analgesie — — —, Grenze der Thermanästhesie + · + · + (axialer Typus der Sensibilitätsstörung).



Abb. 72.

plegische“ Analgesien des Armes oder Beines sind keine Seltenheit bei corticalen Läsionen. Bei Herden in der Beinregion sind nicht selten auch noch die unteren Abschnitte des Rumpfes mitergriffen: die Grenze reichte in den von uns beobachteten einschlägigen Fällen meist etwa

bis zum Nabel empor. Bei Herden der Armregion erstreckt sich die Analgesie bisweilen auch auf die Brust, mehrfach fand ich, daß sie sogar am Rumpfe bis etwa zum Nabel abwärts reichte. Diese Beobachtungen entsprechen der kortikalen Lage der Rumpfregion zwischen



Abb. 73.

Abb. 73.
Corticale Läsion der Handregion. Taktile Anästhesie (—) und Analgesie — — — der ulnaren Handhälfte keine Störung der Temperaturempfindung (axialer Typus der Sensibilitätsstörung).

Abb. 74.
Corticale Läsion der Handregion. Es bestehen nur Störungen der Berührungsempfindung (—) und des Schmerzgefühls (— — — —) am Daumenballen.



Abb. 74.



Abb. 75.
Corticale Läsion der Armregion. Zirkulärer Typus der Sensibilitätsstörung.
Grenze der taktilen Anästhesie —, Analgesie — — —, Warmanästhesie . . . . . Kaltanästhesie + + + +.



Abb. 76.
Corticale Läsion der Armregion. Zirkulärer Typus der Sensibilitätsstörung. Markierung wie in Abb. 75.



Abb. 77.
Corticale Läsion der Beinregion. Zirkulärer Typus der Sensibilitätsstörung. Markierung wie in Abb. 76. Keine Störung des Schmerzgefühls.

der Beinregion einerseits und der Armregion andererseits, wobei die Brust und die oberen Teile des Bauches in den der Armregion nach oben zu folgenden Rindenabschnitten vertreten sind, während die unteren Teile des Bauches in den der kortikalen Beinregion nach abwärts sich anschließenden Rindenabschnitten repräsentiert sind. Mehrfach fand

ich bei doppelseitiger Zerstörung der corticalen Beinregion Analgesie beider Beine und der unteren Rumpfabschnitte. Auch hier bildete die Nabelhöhe die obere Grenze der Sensibilitätsstörung. Die Fälle waren meist mit spastischer Paraplegie der Beine gepaart. In einem Falle aber bestanden nur Sensibilitätsstörungen und starke Ataxie der Beine, ohne begleitende spastische Parese. Der Herd betraf in diesem Falle nur die oberen Abschnitte der hinteren Zentralwindung und den oberen Scheitellappen. Corticale Sensibilitätsstörungen, die nur den Rumpf betrafen, bei Integrität der Extremitäten habe ich niemals beobachtet. Wohl aber sind Fälle bekannt, in denen im wesentlichen nur der Kopf ergriffen war bei Integrität des Armes, Beines und Rumpfes (Pfeiffer, eigene Beobachtungen). Die Störung erstreckte sich in meinen Fällen auf das Gesicht, die behaarte Kopfhaut und einen Teil des Halses. Im Gesicht war aber die Umgebung des Mundes frei von jeder Störung der Sensibilität. In einem Falle von Läsion beider Parazentrallappen und beider Präcunei waren die Sensibilitätsstörungen im wesentlichen auf die Regio ano-genitalis beschränkt, am Bein war noch ein länglicher spitz zulaufender Bezirk an der Hinterseite des Oberschenkels in die Sensibilitätsstörung mit einbezogen. Der Fall nimmt aber nach meinen Erfahrungen eine Ausnahmestellung ein: denn in der überwiegenden Zahl der Fälle mit corticaler Läsion ist gerade die Regio ano-genitalis von der Sensibilitätsstörung mehr oder weniger ausgespart.

An den Extremitäten sind im allgemeinen die Störungen des Schmerzgefühls an den distalen Teilen stärker als an den proximalen Abschnitten, im übrigen lassen die Störungen des Schmerzgefühls an den Extremitäten zwei verschiedene Typen erkennen. In dem einen Typus, den ich als zirkulären bezeichnet habe, läuft die Grenzlinie mehr oder weniger regelmäßig senkrecht zur Längsachse rings um die Extremität herum, die Analgesie gleicht derjenigen, die man als Handschuh-Manschettenform, Strumpfform usw. bezeichnet. In ihr kommt die somatotopische Gliederung der hinteren Zentralwindung nach Extremitätenabschnitten deutlich zum Ausdruck. Hervorzuheben ist aber, daß die Analgesie fast stets nur die distalen Abschnitte am Arm und Bein einnimmt, während es höchst selten vorkommt, daß nur die proximalen Abschnitte ergriffen, die distalen aber frei von Störungen sind. Bei dem anderen Typus, den ich als axialen bezeichnet habe, verläuft die Grenzlinie der Analgesie mehr oder weniger parallel zur Längsachse der Extremität: dabei sind am Arm vorwiegend die ulnaren Bezirke (5., 4., häufig auch 3. Finger, ulnare Hälfte der Hand und des Vorderarmes, zum Teil auch des Oberarmes), am Bein die Außenseite des Fußes und des Unterschenkels ergriffen. Viel seltener erweist sich an der Hand die radiale Hälfte

analgetisch bei Integrität der ulnaren Bezirke. Man hat diese Form der corticalen Sensibilitätsstörung vielfach als radiculär oder pseudoradiculär bezeichnet. Und in der Tat entspricht die Ausbreitung der Störung bisweilen den Sensibilitätsstörungen, welche wir bei Wurzelläsionen beobachten, mehr oder weniger genau. Auch am Rumpfe finden wir manchmal, daß die Analgesie den radiculären Sensibilitätstörungen entspricht, besonders häufig fand ich, daß etwa die untere Grenze des vierten Cervicaldermatoms die obere Grenze der Analgesie bildet, daß also die Hals- und Oberbrustregion frei bleibt, ein Verhalten, dem wir schon bei Haubenherden begegnet sind. Ist die untere Extremität ergriffen, so umfaßt, wie schon erwähnt, die Störung nicht selten auch noch die unteren Rumpfdermatome D_{12}—D_{10}, wobei die obere Grenze der Analgesie annähernd in Nabelhöhe gelegen ist. Aber wenn auch in einer beträchtlichen Zahl von Fällen die Grenzen der Sensibilitätsstörung bei corticalen Herden tatsächlich mit denen bei radiculären Läsionen nicht selten genau oder fast genau zusammenfallen, so weichen sie doch andererseits in der Mehrzahl der Fälle, in denen die Störung dem axialen Typus folgt, mehr oder weniger davon ab, weshalb manche Autoren die Bezeichnung pseudoradiculär gewählt haben. Meines Erachtens entstehen diese axialen streifen- und bandförmigen Sensibilitätsstörungen an den Extremitäten dadurch, daß die hintere Zentralwindung offenbar außer ihrer, der vertico-basalen Ausdehnung folgenden Gliederung nach Extremitätenabschnitten (Schulter, Oberarm, Vorderarm, Hand, Finger, Hüfte, Oberschenkel, Unterschenkel, Fuß) eine Gliederung in antero-posteriorer Richtung aufweist, wobei die radialen Extremitätenabschnitte mehr vorn, die ulnaren mehr hinten vertreten sind. Diese Doppelgliederung bringt es mit sich, daß bei unregelmäßiger Verteilung des Rindenherdes die resultierenden Sensibilitätsstörungen vielfach weder dem reinen zirkulären, noch dem reinen axialen Typus entsprechen, sondern Mischformen darstellen.

Wir kommen aber bei der Erklärung der Form der Sensibilitätsstörung bei Rindenherden mit der Annahme einer solchen Doppelgliederung allein nicht aus. Die Topik der corticalen Sensibilitätsstörung ist überhaupt nicht einfach eine Lokalisationsfrage, sie hängt nicht einfach davon ab, ob bestimmte corticale Körperregionen, bestimmte Foci der hinteren Zentralwindung, oder innerhalb einer Anzahl solcher Foci das eine Mal mehr die vorderen, das andere Mal mehr die hinteren Partien zerstört sind. Sondern bei der Ausbreitung des Sensibilitätsdefektes spielt offenbar die größere oder geringere Ausgleichsmöglichkeit für bestimmte Körperabschnitte eine entscheidende Rolle. Es sind eben ganz bestimmte Abschnitte unseres Körpers, die bei corticalen Herden, wenn diese langsam

entstehen, meist frei von Störungen bleiben, und wenn die Läsionen plötzlich entstehen und anfangs eine totale Hemianalgesie erzeugen, früher ihre Sensibilität zurückgewinnen als andere Körperabschnitte. Bestimmte Körperabschnitte sind offenbar bezüglich des Ausgleiches besser gestellt als andere. Das sind in erster Linie die Regio anogenitalis, das Gesicht, speziell die Umgebung des Mundes und des Auges, das sind am Rumpf die Hals-Oberbrustregion einerseits, und die medialen Rumpfabschnitte im Gegensatz zu den lateralen andererseits, an den Extremitäten sind es, ganz allgemein gesagt, die proximalen Abschnitte gegenüber den distalen Teilen, besonders gegenüber der Hand und den Fingern, dem Fuß und den Zehen. An der oberen Extremität ist das aber auch besonders die radiale Hälfte der Hand und der erste und zweite, zum Teil auch der dritte Finger gegenüber den ulnaren Bezirken der Hand und dem vierten und fünften Finger. Am Unterschenkel sind es besonders die inneren Partien gegenüber den äußeren, speziell gegenüber der Umgebung des äußeren Knöchels und der Außenseite des Fußes und des Unterschenkels.

Über die Beziehungen der Störungen des Schmerzgefühls zu den Störungen der anderen Sensibilitätsqualitäten kann ich keine allgemein gültigen Regeln aufstellen. Von allen Sensibilitätsqualitäten ist es im allgemeinen das Schmerzgefühl, welches am meisten der Rückbildung unterliegt und am wenigsten leidet, wenn der Rindenherd sich langsam entwickelt oder nur eine kleine Ausdehnung zeigt. Doch habe ich auch Fälle beobachtet, in denen die Ausdehnung der Störung des Schmerzgefühls größer war als die der Störung der Berührungsempfindung, während die Störungen der Temperaturempfindungen von den kutanen Sensibilitätsqualitäten fast stets die größte Extensität zeigten. Isolierte Störungen des Schmerzgefühls bei Integrität aller anderen Sensibilitätsqualitäten habe ich bei Rindenherden niemals beobachtet. Es ist nicht wahrscheinlich, daß die einzelnen Sensibilitätsqualitäten im Cortex cerebri in gesonderten Arealen vertreten sind, wenigstens nicht in so weit gesonderten Arealen, daß durch Krankheitsprozesse eine isolierte Zerstörung eines einzelnen Areals mit isolierter Störung einer bestimmten Sensibilitätsqualität bewirkt werden könnte. Viele Autoren nehmen an, daß der obere Scheitellappen die corticale Endstätte derjenigen afferenten Impulse sein soll, welche dem Zustandekommen der Bewegungs- und Lageempfindungen, des Kraftsinnes und des Raumsinnes dienen, während die einfachen Qualitäten der Hautsensibilität mehr in der hinteren Zentralwindung vertreten sein sollen. Ich gebe zu, daß manche Beobachtungen für die Richtigkeit dieser Auffassung sprechen, aber es gibt auch ebenso viele Erfahrungen, die nicht mit ihr im Einklang stehen.

So habe ich gerade manchmal nach umschriebenen Zerstörungen der hinteren Zentralwindung schwere Störungen der Lage- und Bewegungsempfindungen, des Kraftsinnes und des Raumsinnes beobachtet, bei völliger Integrität der Berührungsempfindung, der Temperaturempfindungen und des Schmerzgefühls, und andererseits habe ich gerade bei einem oberflächlichen Herde, der streng auf den oberen Scheitellappen beschränkt war, eine völlige kutane Hemianästhesie, Hemialgesie und Thermanästhesie beobachtet, bei völliger Integrität der Lage- und Bewegungsempfindungen und des Kraftsinnes: der Raumsinn war in diesem Falle, soweit Diskrimination und Formerkennen in Betracht kamen, schwer gestört, aber punktförmiger Tiefendruck wurde sehr gut lokalisiert.

Die Tatsache, daß bei Rindenherden isolierte Störungen der Lage- und Bewegungsempfindungen, des Kraftsinnes und Raumsinnes oft beobachtet werden, ist ja unbestreitbar. Auch isolierte Astereognosien, d. h. isolierte Störungen des dreidimensionalen Erkennens, sind keine allzu große Seltenheit. Aber die isolierten Störungen der Lage- und Bewegungsempfindungen, des Kraftsinnes und Raumsinnes können sehr gut ihre Erklärung darin finden, daß für diese Sensibilitätsqualitäten die Ausgleichsmöglichkeiten bei Zerstörungen des Retrozentralfeldes geringer sind als für die cutanen Qualitäten, und gegenüber den Versuchen, die isolierten Störungen der ersteren in der Rinde „lokalisieren" zu wollen, ist Vorsicht am Platze. Sie kommen bei Herden innerhalb des gesamten Retrozentralfeldes zur Beobachtung. Die isolierte Astereognosie scheint allerdings an eine Läsion innerhalb des Fingerareals der hinteren Zentralwindung gebunden zu sein, und zwar, wie ich aus mehreren eigenen Beobachtungen schließen möchte, an eine ganz oberflächliche Läsion der obersten Ganglienzellschichten.

Von den cutanen Sensibilitätsqualitäten sind es die Temperaturempfindungen, die bei Rindenherden des öfteren isoliert betroffen werden. Isolierten Ausfall der Berührungsempfindung und des Schmerzgefühls bei Integrität der Temperaturempfindungen habe ich bei corticalen Herden seltener beobachtet. Aber auch die isolierten Temperaturempfindungsdefekte dürfen nicht ohne weiteres lokalisatorisch verwertet werden. Denn es ist eine bereits in den früheren Kapiteln mehrfach berührte Tatsache, daß ganz allgemein die Bahnen der Temperaturempfindungen vulnerabler sind als die Bahnen der Berührungsempfindung und des kutanen Schmerzgefühls, und daß sie bei diffusen, keine völlige Zerstörung bewirkenden Schädigungen der peripheren Nerven, der hinteren Wurzeln, der Vorderseitenstränge, der Formatio reticularis und wohl auch des Thalamus opticus, zuerst und am nachhaltigsten und bisweilen ganz isoliert in Mitleidenschaft

gezogen sind. Das gleiche wird wohl auch für die den Temperaturempfindungen dienenden corticalen Elemente gelten.

Aus dem Gesagten geht hervor, daß wir nicht annehmen können, daß in der Rinde getrennte Areale für die einzelnen Sensibilitätsqualitäten existieren. Getrennte Elemente stehen denselben wohl sicher zur Verfügung. Aber wir werden viel eher daran denken müssen, daß bestimmte Zellschichten der einen, andere der anderen Qualität dienen. Irgend etwas Bestimmtes läßt sich hierüber noch nicht sagen.

X.

Wir haben nunmehr das Schmerzsystem in seiner gesamten Ausdehnung von den Rezeptoren in der Peripherie an bis zum Thalamus opticus und Cortex cerebri aufwärts verfolgt. Wir haben festgestellt, daß der Schmerzleitung zahlreiche Wege, Hauptwege und Nebenwege zur Verfügung stehen, so daß sich periphere Reize selbst bei Ausschaltung eines wesentlichen Teiles der schmerzleitenden Bahnen und zentralen grauen Massen doch noch durchsetzen und Schmerzgefühl hervorrufen können. Und das ist gut so. Schmerz entsteht im allgemeinen, wenn noxophore Reize auf den Organismus einwirken. Der Schmerz ist der Hüter und Wächter über Leben und Gesundheit, nicht nur dadurch, daß der dem Schmerz zugrunde liegende Reiz infolge der Organisation des Nervensystems reflektorisch zahlreiche Abwehr-, Schutz- und Heilreaktionen auslöst, sondern auch dadurch, daß er das perzipierende und denkende Individuum anspornt, Hilfe zu suchen und es zum Arzte führt.

Die Erregung des Schmerzsystems erfolgt unter physiologischen Verhältnissen in der Regel nur von der Peripherie her durch Reize, welche die Rezeptoren treffen. Aber auch das gesamte Schmerzleitungssystem ist reizbar, bei Applikation mechanischer, chemischer oder elektrischer Reize, welche die peripheren Nerven, die spinalen Wurzeln, die Hinterhörner, die Vorderseitenstränge, die Formatio reticularis der Haube, den Thalamus opticus oder die corticalen Endstätten der Sensibilität treffen, entsteht Schmerz. Pathologische irritative Noxen, welche an irgendeinem der genannten Glieder des Schmerzsystems angreifen, können Schmerz erzeugen, ja sie sind oft mit unerträglichen Spontanschmerzen verbunden (peripherer Nervenschmerz, Wurzelschmerz, Hinterhornschmerz, Vorderseitenstrangschmerz, Haubenschmerz, Thalamusschmerz, Rindenschmerz). Wirkt die betreffende Noxe rein irritativ, so besteht außerdem eine Hyperalgesie, d. h. äußere Reize, die in der Peripherie angreifen, rufen ein abnorm starkes Schmerzgefühl hervor, die Reizschwelle ist dabei häufig merklich herabgesetzt, oder bei gleich-

bleibender Reizschwelle ist das Schmerzgefühl doch intensiver als in der Norm und zeigt den Charakter der Hyperpathie (vgl. S. 14). Eine Noxe kann aber auch zugleich irritativ und leitungsunterbrechend wirken: dann bestehen einerseits Spontanschmerzen, die in die Peripherie, in das Versorgungsgebiet der betroffenen Schmerzbahn projiziert werden, andererseits erzeugen periphere Reize, welche im letzteren Gebiete angreifen, kein Schmerzgefühl. Diese Analgesia dolorosa kommt besonders bei Affektionen der peripheren Nerven vor: aber auch bei Affektionen der Haube und des Thalamus opticus ist eine Hypalgesia dolorosa keine Seltenheit.

Schmerz kann aber bei den Affektionen des Nervensystems noch auf eine andere Weise zustande kommen als dadurch, daß eine irritative Noxe auf das Schmerzsystem einwirkt. Das Schmerzsystem ist nicht unabhängig von den anderen afferenten Systemen. Einmal üben die Systeme, welche den Empfindungen im engeren Sinne dienen, auf das Schmerzsystem einen moderierenden Einfluß aus. Die meisten Reize des täglichen Lebens, die geeignet sind Schmerz zu erzeugen, rufen gleichzeitig eine Empfindung hervor, durch welche wir über die Art des Reizes belehrt werden. Durch diese gleichzeitige Erregung der Empfindungssysteme wird verhindert, daß das Schmerzgefühl bei Reizen, die an sich algophor sind, einen exuberanten inadäquanten Charakter annimmt, oder daß gar Reize, die normaliter an sich nicht algophor sind, Schmerz auslösen. Wenn die Bahnen der Empfindungssysteme unterbrochen sind, mag dies innerhalb des peripheren Nervensystems der Fall sein, oder mögen die Hinterstränge oder die mediale Schleife ausgeschaltet sein, so gerät das Schmerzsystem in einen Zustand der Übererregbarkeit, periphere Reize rufen Schmerz hervor, der den gleichen hyperpathischen Charakter aufweist, wie er bei der Einwirkung rein irritativer Noxen auf die Glieder des Schmerzsystems beobachtet wird, und häufig lösen schon Reize, die normaliter nicht schmerzhaft sind, Unbehagen und Schmerz aus. Nicht selten ist aber bei der Unterbrechung der Empfindungssysteme auch spontaner Schmerz vorhanden, spontan wenigstens insoweit, als der Schmerz ohne besondere äußere Reize entsteht, streng genommen aber nicht spontan, da wir die Quelle dieser Schmerzen in bestimmten, in unserem Organismus auch normaliter fortwährend vorhandenen Einwirkungen auf die Schmerzrezeptoren erblicken müssen, Einwirkungen, die von der Zirkulation, vom Gewebsstoffwechsel und ähnlichen Faktoren ausgehen, und die wohl letzten Endes alle auf fortwährend stattfindende Verschiebungen des ionalen Basengleichgewichtes hinauslaufen. Normaliter bleiben diese Einwirkungen aber latent, sie sind unterschwellige Reize für die Schmerzrezeptoren. Wenn aber durch den Ausfall der Empfindungssysteme die

Erregbarkeit des Schmerzsystems beträchtlich erhöht wird, so bilden diese Einwirkungen für die Schmerzrezeptoren nunmehr einen überschwelligen Reiz, und es kommt zum Schmerz.

Der moderierende Einfluß der Empfindungssysteme auf das Schmerzsystem greift offenbar an verschiedenen Abschnitten des Schmerzsystems an. Möglicherweise wird schon bei der gleichzeitigen Erregung der Rezeptoren des Schmerzsystems und der des perzeptorisch-epikritischen Systems, wie sie bei den meisten auf unseren Organismus von außen einwirkenden Reizen nun einmal stattfindet, durch den Vorgang, den Sherrington als simultane Inhibition bezeichnet, die Erregung der Schmerzrezeptoren graduell geringer sein als bei alleiniger Erregung derselben. Vor allem aber greift der inhibitorische Einfluß des perzeptorisch-epikritischen Systems an den spinalen Hinterhornsegmenten an, in dem Sinne, wie wir es auf S. 96 näher ausgeführt haben. Wenn in der Norm ein Reiz auf eine umschriebene Stelle der Haut, z. B. an der Vola des Daumenballens einwirkt, an deren afferenter Versorgung infolge der Überlagerung der Dermatome 3 Hinterhornsegmente (C_5, C_6, C_7) beteiligt sind, so fließen diesen letzteren gleichzeitig Erregungen durch die Schmerzbahnen wie durch die Bahnen der Empfindungssysteme zu; letztere wirken nun aber erstens auf das gesamte obere und untere der drei genannten Hinterhornsegmente, und innerhalb des mittleren Haupthinterhornsegmentes (C_6) auf diejenigen Ganglienzellen, welche den gereizten Hautstellen nicht direkt zugeordnet sind, hemmend ein, so daß von diesen keine Erregung zentralwärts weiterfließt. Dadurch wird bewirkt, daß der Schmerz an der umschriebenen Stelle des Reizes, an der Grundphalange des Daumens gefühlt wird. Wenn die Bahnen der Empfindungssysteme unterbrochen sind, die Bahnen des Schmerzsystems aber erhalten sind, wie dies z. B. bei Unterbrechung eines Nerven, in unserem Falle des Medianus, häufig der Fall ist, erhalten das obere und untere der drei Hinterhornsegmente, die Nebensegmente C_5 und C_7 und die der gereizten Hautstelle nicht direkt zugeordneten Ganglienzellen des mittleren Haupthinterhornsegmentes (C_6) keine hemmenden Impulse seitens der afferenten Bahnen der Empfindungssysteme, und der auf dem Wege der Schmerzbahnen in C_5, C_6 und C_7 anlangende Reiz versetzt infolge der funktionellen Einheit, die jedes Hinterhornsegment bildet, alle 3 Hinterhornsegmente in ihrer Gesamtheit gleichmäßig in Erregung und wird von diesen zentralwärts weitergeleitet; der Schmerz wird jetzt nicht mehr an umschriebener Hautstelle gefühlt, er irradiiert weit über die Stelle des Reizes hinaus, und er kann mehr oder weniger in das gesamte Gebiet der 3. Hautdermatome verlegt werden. Bei der Erkrankung eines inneren Organs, etwa bei einem Ulcus ventriculi

fließen von diesem aus auf dem Wege der Schmerzbahnen des Magens afferente Impulse den Hinterhornsegmenten D_6—D_9 zu: da das Empfindungssystem der Eingeweide höchst mangelhaft entwickelt ist, wenn überhaupt von einem solchen die Rede sein kann, so gehen den genannten Hinterhornsegmenten keine oder höchst mangelhafte gleichzeitige Erregungen seitens des perzeptorisch-epikritischen Systems zu, die 4 Hinterhornsegmente stehen also allein unter dem Einfluß der afferenten Schmerzimpulse. Die Folge ist, daß sie in toto in einen Zustand der Übererregbarkeit geraten, und daß der Visceralschmerz in die zugeordneten cutanen Dermatome D_6—D_9 irradiiert, und daß diese eine ausgesprochene Hyperpathie zeigen.

Die normaliter stattfindende Inhibition der Hinterhornsegmente durch den Afflux von Erregungen des perzeptorisch-epikritischen Systems hat aber auch in der Norm, wenn die Empfindungssysteme intakt sind, ihre Grenzen. Goldscheider hat, wie bereits ausgeführt, den Nachweis geführt, daß, wenn eine permanente Irritation der Haut statthat, der Schmerz, der anfangs noch an umschriebener Stelle lokalisiert wird, allmählich mehr und mehr irradiiert und zuletzt das gesamte Gebiet der Dermatome umfaßt, innerhalb deren die gereizte Hautstelle gelegen ist. Gleichzeitig kommt es zu einer ausgesprochenen Hyperpathie dieser Dermatome. Die gleichzeitige Erregung des Empfindungssystems versagt also gegenüber der starken nachhaltigen Erregung des Schmerzsystems und ihr inhibitorischer Einfluß auf die Hinterhornsegmente kann sich nicht durchsetzen. Das Gleiche gilt für irritative Krankheitsprozesse der Haut oder der tiefen Teile und es erscheint mir höchst wahrscheinlich, daß auch bei den Krankheiten der inneren Organe die Irradiation des Schmerzes und die Hyperpathie der zugeordneten Dermatome nicht nur auf den Mangel eines eigentlichen visceralen Empfindungssystems, sondern zum Teil auch auf die starke und anhaltende Erregung des visceralen Schmerzsystems selbst zurückzuführen ist, die, selbst wenn ein hochausgebildetes viscerales Empfindungssystem existieren würde, dessen inhibitorischen Einfluß auf die zugeordneten Hinterhornsegmente doch allmählich überwinden würde.

Der inhibitorische Einfluß der Empfindungssysteme auf die Erregbarkeit des Schmerzsystems muß nun aber außer an den Hinterhornsegmenten auch noch an anderen Stellen des Schmerzsystems angreifen. Wir beobachten nämlich Spontanschmerz, Schmerzirradiation und Hyperpathie auch bei Unterbrechung der langen aufsteigenden Hinterstrangbahnen. Bei einer Durchtrennung der letzteren in der Höhe des sechsten Dorsalsegmentes kommt es z. B. zu einer Hyperpathie aller infraläsionellen Dermatome D_7—S_5. Durch die Hinterstrangsläsion in der Höhe des sechsten

Thoracalsegmentes werden aber die aus den infraläsionellen Dermatomen D_7—S_5 stammenden und den entsprechenden Hinterhornsegmenten zuströmenden Erregungen der Empfindungssysteme gar nicht blockiert, ausgeschaltet sind nur die zu höheren Stationen des afferenten Systems emporstrebenden Erregungen. Der im vorangehenden dargelegte inhibitorische Einfluß der Bahnen des perzeptorisch-epikritischen Systems auf die Hinterhornsegmente selbst wird also nach wie vor ausgeübt und doch geraten die entsprechenden Dermatome in einen Zustand der Übererregbarkeit. Das ist nur zu verstehen, wenn wir annehmen, daß die in den langen Hinterstrangbahnen und ihrer zentralen Fortsetzung, der Schleife, aufwärts geleiteten Impulse auch auf höhere Stationen des Schmerzsystems inhibitorisch einwirken: in Betracht kommen vor allem das Grau der Formatio reticularis, der Thalamus opticus und der Cortex cerebri selbst. Daß diese grauen Massen eine segmentale Gliederung besitzen, ist ja bereits mehrfach erörtert worden. Und es fällt nicht schwer anzunehmen, daß bei der Unterbrechung der Hinterstränge in der Höhe des siebenten Thoracalsegmentes die diesen infraläsionellen Dermatomen entsprechenden Segmentalglieder der Formatio reticularis oder des Thalamus opticus, infolge des Ausfalls des hemmenden Einflusses, der normaliter auf sie durch die Hinterstrang-Schleifenbahn ausgeübt wird, in Übererregbarkeit geraten. Wie ich schon früher bemerkt habe, gleichen sich die Hinterstranghyperpathie und der spontane Hinterstrangschmerz meist im Laufe der Zeit mehr und mehr aus. Das ist verständlich, wenn wir im Auge behalten, daß ja der inhibitorische Einfluß der Empfindungssysteme auf die Hinterhornsegmente bei Unterbrechung der langen aufsteigenden Hinterstrangbahnen nicht ausgeschaltet ist. Wahrscheinlich setzt sich derselbe allmählich mehr und mehr durch, wodurch Spontanschmerz und Hyperpathie mehr und mehr in den Hintergrund treten.

Der Ausfall des von uns angenommenen inhibitorischen Einflusses der Empfindungssysteme auf das Grau der Formatio reticularis und auf den Thalamus opticus ist, wie schon früher bemerkt worden ist, zum Teil auch zur Erklärung der Spontanschmerzen, der Schmerzirradiation und der Hyperpathie heranzuziehen, die wir bei Hauben- und Thalamusherden garnicht selten beobachten. Der Thalamus bildet, wie wir früher ausgeführt haben, gleichsam eine funktionelle Einheit zunächst für die kontralaterale Körperhälfte, aber beide Thalami stehen offenbar untereinander in enger Verknüpfung, so daß in ihnen der ganze Körper einheitlich zusammengefaßt zu denken ist. Bei Unterbrechungen der Schleifenbahn finden wir daher, daß der Spontanschmerz, der zwar bald mehr an dieser, bald mehr an jener Stelle der dem Herde kontralateralen Körperhälfte lokalisiert wird, doch eine große Tendenz

zur Irradiation über die gesamte Körperhälfte zeigt. Besonders zeigt sich diese Irradiationstendenz des Schmerzes, wenn äußere umschriebene Reize irgendwo auf der dem Herde kontralateralen Körperhälfte appliziert werden; letztere gerät nicht selten dabei in toto in „Feuer und Flammen". Ich habe im Kapitel VII, S. 134, darauf hingewiesen, daß der Thalamus opticus nicht nur als funktionelle Einheit für das Schmerzsystem der kontralateralen Körperhälfte bzw. beider Körperhälften aufzufassen ist, sondern auch für alle afferenten Systeme des Organismus überhaupt, für alle sensiblen und sensorischen Systeme. Das kommt dadurch zum Ausdruck, daß bei Herden, welche die Schleife unterbrechen, Spontanschmerzen durch einen an sich ganz geringfügigen nicht schmerzhaften sensiblen Reiz, der irgendwo am Körper angreift, aber ebenso auch durch irgendeinen Sinnesreiz, einen optischen, acustischen, olfactorischen oder Geschmacksreiz ausgelöst oder gesteigert werden kann.

Wir haben gesehen, daß der hemmende Einfluß, den die Empfindungssysteme normaliter auf die Hinterhornsegmente ausüben, trotz Integrität der ersteren sich lang anhaltenden starken Schmerzreizen gegenüber nicht genügend durchsetzen kann; das gilt ebenso für den hemmenden Einfluß des perzeptorisch-epikritischen Systems auf das Schmerzsystem des Thalamus. Wenn an irgendeiner Stelle unseres Körpers Schmerzrezeptoren oder schmerzleitende Bahnen durch eine starke irritative Noxe längere Zeit gereizt werden, so irradiiert manchmal der Schmerz über die gesamte Körperhälfte, ja über den gesamten Körper: gleichzeitig tritt eine mehr und mehr zunehmende Schmerzüberempfindlichkeit gegenüber äußeren Reizen zunächst auf der dem permanenten irritativen Prozess entsprechenden Körperhälfte, in der Folge aber auch auf der anderen Körperhälfte hervor. Auch in diesem Falle erweisen sich manchmal harmlose sensible Reize, die irgendwo den Körper treffen, ebenso wie optische oder acustische und andere sensorische Reize als schmerzverstärkend oder schmerzauslösend. Die sogenannte Synästhesalgie bei den Schußverletzungen der peripheren Nerven, die eine besonders starke permanente irritative Noxe darstellen, ist ein ausgezeichneter Beleg für diese funktionelle Zusammenfassung des gesamten Schmerzsystems des Körpers und aller afferenten Systeme unseres Organismus durch den Thalamus opticus.

Wir haben von den Hemmungsmechanismen, welche auf das Schmerzsystem einwirken, bisher nur des afferenten perzeptorisch-epikritischen Systems gedacht. Ich habe aber in den vorangehenden Kapiteln bereits mehrfach darauf hingewiesen, daß wir Grund haben, anzunehmen, daß es eine corticofugale, also efferente Schmerzhemmungsbahn gibt, die vom Cortex cerebri zu den einzelnen Stationen des Schmerzsystems,

zum Thalamus opticus, zum Grau der Formatio reticularis und zu den spinalen Hinterhornsegmenten abwärts zieht. Ist diese Schmerzhemmungsbahn unterbrochen, so kommt es zu einer Steigerung der Erregbarkeit des Schmerzsystems, die sich in einer Hyperpathie, in Schmerzirradiation und in spontanen Schmerzen und Parästhesien zu erkennen gibt. Die Schmerzhemmungsbahn ist innerhalb des Rückenmarkes höchst wahrscheinlich im Hinterseitenstrang gelegen (Brown-Séquard, Fabritius). Ihre Unterbrechung ist bei spinalen Halbseitenläsionen eine der Ursachen oder unter Umständen die einzige Ursache der homolateralen Hyperpathie bzw. Hyperalgesie. Im Hirnstamm liegt sie offenbar innerhalb der Haube und ihre Unterbrechung daselbst ist wahrscheinlich eine der Ursachen der sogenannten Haubenhyperpathie bzw. des sogenannten Haubenschmerzes. In den Thalamus opticus strahlt sie offenbar aus dem Marklager der Hemisphären durch die dorsalen Lagen der inneren Kapsel in die dorsalen Partien des lateralen Kernes des Sehhügels ein. Herde in den dorsalen Partien des Sehhügels verursachen manchmal nichts anderes als sehr ausgesprochene Hyperpathie, sowie heftige Schmerzen in der kontralateralen Körperhälfte ohne jeglichen objektiven Sensibilitätsdefekt. An dem Zustandekommen dieser sogenannten Thalamusschmerzen ist offenbar die Unterbrechung der corticofugalen Schmerzhemmungsbahnen wesentlich beteiligt. Außer der soeben besprochenen corticofugalen Schmerzhemmungsbahn gibt es aber noch eine im Corpus striatum (Nucl. caudatus, Putamen) entspringende inhibitorische Bahn, welche auf das Schmerzsystem des Thalamus opticus moderierend einwirkt (strio-thalamische Schmerzhemmungsbahn, s. S. 129).

Aus den vorangehenden Betrachtungen geht hervor, daß das Zustandekommen des Schmerzes von zwei Faktoren abhängt, erstens von der Art und Stärke des exogenen Reizes, der auf die Schmerzrezeptoren einwirkt, und zweitens von dem Grade der Erregbarkeit und der Leitfähigkeit des Schmerzsystems. Sind die einem bestimmten Körperteil zugeordneten Schmerzbahnen vollkommen unterbrochen, so kann der auf diesen Körperteil einwirkende exogene Reiz noch so stark sein, es kommt doch kein Schmerz zustande. Ist umgekehrt einer der Hemmungsmechanismen des Schmerzsystems ausgeschaltet und infolgedessen die Erregbarkeit des Schmerzsystems der Norm gegenüber erhöht, so lösen an sich algophore Reize einen abnorm starken Schmerz von hyperpathischem Charakter aus, unter Umständen rufen aber schon Reize, die normaliter nicht schmerzhaft sind, starken Schmerz hervor, ja es können nicht selten selbst die an den Schmerzrezeptoren fortwährend stattfindenden Verschiebungen des ionalen Basengleichgewichtes, die normaliter vollkommen unterschwellige Reize darstellen, angesichts der

erhöhten Erregbarkeit des Schmerzsystems überschwellig werden und Schmerz erwecken, der scheinbar spontan entsteht, in Wahrheit aber nur ein pseudospontaner Schmerz ist. Von diesem Gesichtspunkte aus wollen wir zu der Frage des sogenannten psychischen und des psychogenen Schmerzes Stellung nehmen.

Zunächst muß ich da betonen, daß die Bezeichnung psychischer Schmerz ein wenig glücklicher Pleonasmus ist. Der Schmerz ist immer etwas Psychisches, ein psychisches Erlebnis. Das Adjektiv psychisch ist also überflüssig. Man hat durch dasselbe zum Ausdruck bringen wollen, daß es Schmerzen gibt, die zustandekommen, ohne daß ein exogener Reiz auf die Schmerzrezeptoren oder die Bahnen des Schmerzsystems einwirkt. Da wir nicht annehmen können, daß das psychische Erlebnis des Schmerzes möglich ist, ohne daß demselben ein physisches Korrelat entspricht, so reduziert sich die Frage des sog. psychischen Schmerzes darauf, ob es möglich ist, daß die neurodynamische Zustandsänderung des Schmerzsystems, deren psychisches Korrelat das Erlebnis des Schmerzgefühles ist, ohne die Einwirkung eines exogenen Reizes auf die Schmerzrezeptoren oder die Leitungsbahnen und grauen Stationen des Schmerzsystems zustande kommen kann. Ich möchte das an einem Beispiel erläutern. Es leidet jemand infolge eines Amputationsneuroms an furchtbaren Schmerzen. Das Neurom wird reseziert, der Schmerz dauert fort. Der Uneingeweihte und besonders der im Kampfe gegen die Unfallshysterie einseitig eingestellte Gutachter zieht den Schluß: eingebildeter Schmerz, oder psychisch fixierter Schmerz, oder psychogener Schmerz. Er übersieht, daß die Fortdauer des Schmerzes sehr einfach aus einem Neuromrezidiv an der Stelle der Resektion erklärbar sein kann. Nunmehr wird statt der erneuten Resektion des Neuroms zentral von diesem eine Leitungsunterbrechung des Nerven durch Vereisung oder Alkohol- oder Formalininjektion vorgenommen, die Blockierung ist so vollständig, daß sich nicht einmal mehr die stärkste faradische Reizung des Nerven peripher von der Stelle der Blockade durchsetzt; der Schmerz dauert gleichwohl fort. Der Voreingenommene schließt: eingebildeter Schmerz, psychisch fixierter Schmerz, psychogener Schmerz. Er übersieht, daß durch die endoneurale Injektion oder die neurale Vereisung im Nervenstamm Prozesse hervorgerufen werden können, die ihrerseits als irritative Noxe auf die Schmerzfasern der Nerven einwirken können, oder daß der vom Neurom ausgehende Reiz durch Bahnen, die den Nervenstamm distal von der Stelle der Leitungsunterbrechung verlassen und mit den Gefäßen aufwärts ziehen, zentralwärts geleitet werden kann. Nachdem die Blockierung des Nervenstammes durch Vereisung, Alkohol- oder

Formalininjektion resultatlos verlaufen ist und der Schmerz fortdauert, werden die hinteren Wurzeln reseziert. Der Schmerz dauert fort. Der Uneingeweihte schließt: eingebildeter Schmerz, psychisch fixierter Schmerz, psychogener Schmerz. Dieser Schluß ist lange Zeit immer wieder gezogen worden. Man übersah, daß afferente Schmerzbahnen in beträchtlicher Zahl auch durch die vorderen Wurzeln ins Rückenmark treten. Der Schmerz kann aber auch fortdauern, nachdem alle in Betracht kommenden hinteren und vorderen Wurzeln der betreffenden Extremität reseziert sind. Wer nicht ganz über die ungemein komplizierten Verhältnisse des Schmerzsystems unterrichtet ist, urteilt: psychisch fixierter Schmerz, psychogener Schmerz; er übersieht, daß Schmerzreize auch noch auf dem Wege sympathischer Bahnen (vgl. S. 67) außerhalb der resezierten Wurzeln ins Rückenmark gelangen können. Es wird der kontralaterale Vorderseitenstrang durchschnitten; auch hiernach kann der Schmerz fortdauern, weil auch die graue Kernsäule des Rückenmarks Schmerzimpulse zentralwärts weiterzuleiten vermag. Aus dem angeführten Beispiele geht, denke ich, klar hervor, daß das Fortbestehen des Schmerzes bei einem Amputationsneurom nach der Blockierung der schmerzleitenden Bahnen oberhalb der Stelle der irritativen Noxe für die oben zur Diskussion gestellte Frage, ob es möglich ist, daß die neurodynamische Zustandsänderung des Schmerzsystems, deren psychisches Korrelat das Schmerzgefühl darstellt, ohne die Einwirkung eines exogenen Reizes auf die Schmerzrezeptoren oder die Leitungsbahnen des Schmerzsystems zustande kommen kann, erst dann in bejahendem Sinne verwertbar ist, wenn mit Sicherheit erwiesen werden kann, daß die Blockade aller von dem Angriffspunkte des Reizes oder der irritativen Noxe ausgehenden Schmerzbahnen wirklich eine totale ist, und daß nicht etwa an der Stelle der Blockierung eine neue irritative Noxe geschaffen worden ist.

Dasselbe, was für das Beispiel des Amputationsneuroms ausgeführt wurde, gilt ceteris paribus für alle anderen mit Schmerz einhergehenden irritativen Noxen, mögen diese auf die Leitungsbahnen des Schmerzsystems oder auf die Schmerzrezeptoren in der Peripherie, wie es bei den verschiedenartigsten Krankheitsprozessen im Körper der Fall ist, einwirken. Wir sehen, daß auch hierbei, trotz ausgiebiger Blockierung der schmerzleitenden Bahnen, zentral vom Angriffspunkte des Schmerzreizes die Schmerzen fortbestehen können, sind aber wohl nie mit Sicherheit in der Lage, zu sagen, das Fortbestehen des Schmerzes sei nicht auf das Fortbestehen des irritativen Prozesses zu beziehen, sondern nur die Folge einer neurodynamischen Zustandsänderung der zentralen Stationen des Schmerzsystems, des Thalamus opticus oder des

Cortex cerebri, die durch den peripheren Reiz nicht bedingt wird. Wir dürfen angesichts des Fortbestehens des Schmerzes unter den herangezogenen Umständen niemals die Tatsache aus den Augen verlieren, daß das Zustandekommen des Schmerzes nicht nur von der Art und Stärke des Reizes abhängt, sondern auch von dem Grade der Erregbarkeit des Schmerzsystems und daß letztere sicher individuell sehr verschieden groß ist, wahrscheinlich, weil die früher erwähnten Hemmungsmechanismen des Schmerzsystems sehr verschieden stark ausgebildet sind, wobei in erster Linie wohl an eine verschiedene Wertigkeit der corticofugalen Schmerzhemmungsbahn und der striothalamischen Inhibitionsbahn zu denken ist. Die Annahme einer solchen individuell verschiedenen Wertigkeit der Schmerzhemmungsmechanismen erklärt meines Erachtens am ungezwungensten, warum beim Vorhandensein einer schweren irritativen Noxe in dem einen Falle nach der Unterbrechung der hauptsächlichsten schmerzleitenden Bahnen die Schmerzen vollkommen aufhören, in einem anderen Falle aber fortbestehen. Sie erklärt uns aber auch, warum bei dem einen Individuum ganz geringfügige Reize oder Krankheitsprozesse furchtbare Schmerzen erzeugen, während andere Individuen unter den gleichen Bedingungen völlig frei von Schmerz bleiben: sie erklärt uns, warum bei dem einen Individuum nach Krankheiten, die als vollkommen abgeheilt gelten, Schmerzen zu einer Zeit noch fortbestehen, wo sie bei der Mehrzahl der Menschen längst gewichen sind. Daß es wehleidige und schmerzfeste Individuen gibt, ist eine Erfahrung, die so alt ist, als es Menschen gibt, oder wenigstens so alt sein dürfte, als es verschieden organisierte Menschen gibt.

Ich will durchaus nicht leugnen, daß die Möglichkeit vorliegt, daß, wenn irgendeine irritative Noxe längere Zeit bestanden hat, also den Zentralstationen des Nervensystems, dem Thalamus opticus bzw. dem Cortex cerebri ein permanenter Erregungsstrom zugeleitet worden ist, in diesem letzteren eine neurodynamische Zustandsänderung erreicht worden ist, die auch nach Aufhören des peripheren Reizes fortbesteht, fixiert worden ist und ihr psychisches Korrelat im Schmerz findet. Wenn es derartige Schmerzengramme gibt, so hätten wir ein Recht, von rein fixiertem Schmerz zu sprechen. Einen sicheren Beweis hat aber meines Wissens bisher niemand dafür erbringen können.

Ähnliche Betrachtungen gelten für den psychogenen Schmerz Das Wort „psychogen" soll bedeuten, daß der Schmerz seine Ursache in psychischen Erlebnissen hat, wobei allerdings in der Hauptsache an affektive psychische Erlebnisse, an Emotionen, gedacht wird. Denn auch diejenigen, welche einen ideagenen Schmerz, der durch Vorstellungen bedingt sein soll, gelten lassen, nehmen an, daß diese Vor-

stellungen zum mindesten eine mehr oder wenige starke Affektbetonung besitzen. Bezeichnender wäre es also, statt von psychogenem Schmerz von thymogenem Schmerz zu reden. Nun ist natürlich nicht anzunehmen, und wird zumeist wohl auch nicht angenommen, daß der thymogene Schmerz unmittelbar durch die Emotion ausgelöst wird, sondern der Zusammenhang kann nur der sein, daß die der Emotion parallel laufende neurodynamische Zustandsänderung des Nervensystems im Schmerzsystem eine neurodynamische Zustandsänderung hervorruft, deren psychisches Korrelat der Schmerz ist. Da erhebt sich nun die weitere Frage, ob die der Emotion zugeordnete materielle neurodynamische Zustandsänderung direkt auf die Zentralstation des Schmerzsystems im Thalamus opticus und der Gehirnrinde einwirkt, oder ob sie im Organismus periphere Veränderungen erzeugt, die zum Reiz für diejenigen Schmerzrezeptoren werden, welche dem jeweils entstehenden Schmerz korrespondieren. Die erste Annahme liegt durchaus nicht außerhalb des Bereiches der Möglichkeiten, besonders wenn wir berücksichtigen, daß Schmerz und Emotion als psychische Erlebnisse verwandt sind, und daß möglicherweise die zugeordneten neurodynamischen Zustandsänderungen sich an den gleichen nervösen Substraten vollziehen. Bei dieser Annahme käme der psychogene Schmerz durch eine sukzessive Induktion zustande, die sich innerhalb der gleichen nervösen Zentralstationen, des Thalamus opticus bzw. des Teiles der Gehirnrinde, welcher dem Schmerz und den Affekten zugeordnet ist, vollzieht. Wir können uns vorstellen, daß die dem Schmerz zugrunde liegende neurodynamische Zustandsänderung mit der der Emotion entsprechenden Zustandsänderung so eng verknüpft, assoziiert bleibt, daß allemal, wenn die betreffende Emotion oder auch nur die ursächlich in Betracht kommende affektbetonte Vorstellung auftaucht, ihr der Schmerz folgt wie etwa eine Reflexbewegung sich an eine andere im Rahmen einer bestimmten Reflexsukzession anschließt. Bezüglich der zweiten Möglichkeit haben wir uns zu fragen, welche peripheren somatischen Veränderungen durch die der Emotion korrespondierende materielle Zustandsänderung des Nervensystems hervorgerufen werden und als Reizquelle für periphere Schmerzrezeptoren in Betracht kommen können. Da ist in der Hauptsache an die erwiesenermaßen jeder Emotion folgenden Kontraktionen der glatten Muskulatur der Viscera und vor allem der Gefäße zu denken. Die der Emotion folgende periphere Vasokonstriktion kann ebenso wie die Kontraktion der Muskulatur der Eingeweide sehr wohl einen überschwelligen Reiz für periphere Schmerzrezeptoren bilden, besonders wenn wir eine gesteigerte Erregbarkeit des Schmerzsystems infolge mangelnder Ausbildung der Schmerzhemmungsmechanismen unterstellen.

Ohne die Annahme der letzteren kommen wir bei den Erklärungsversuchen des thymogenen Schmerzes meines Erachtens nicht aus. Die Vorstellung, daß bei dem Zustandekommen des thymogenen Schmerzes periphere somatische Veränderungen, die als Reiz auf die Schmerzrezeptoren einwirken, eine Rolle spielen, gewinnt an Wahrscheinlichkeit, wenn wir berücksichtigen, daß es sich bei den als psychogen bezeichneten Schmerzzuständen gar nicht selten um eine unter dem Einfluß der Emotion erfolgende Exazerbation oder das Wiederaufleben von Schmerzen handelt, die ihre Ursache in peripheren irritativen Noxen haben oder hatten, welche vor der Einwirkung der Emotion nur geringen oder überhaupt keinen Schmerz mehr verursachten, aber nach derselben als stärkerer Reiz wirken bzw. überhaupt erst wieder die Rolle eines überschwelligen Reizes zurückgewinnen. Das sind die, wie man sich auszudrücken pflegt, psychogen überlagerten Schmerzzustände. Wir dürfen annehmen, daß hier zu der von vornherein vorhandenen Noxe, mag sie nun überschwellig oder unterschwellig sein, ein zweiter peripherer, auf die Schmerzrezeptoren einwirkender Reiz hinzukommt, der in den durch die Emotion hervorgerufenen peripheren somatischen Veränderungen zu suchen ist. Beispiele für diese sogenannte psychogene Überlagerung sind jedem sorgsam beobachtenden Arzt genugsam bekannt. Es sollte unbedingt in jedem Falle von sogenanntem psychogenen Schmerz nach dem Vorhandensein einer solchen peripheren irritativen Noxe gefahndet werden. Es ist kein Zufall, daß der psychogene Schmerz bei dem einen Individuum sich auf den Magen, beim anderen auf den Darm, beim dritten auf das Herz wirft, daß er bei dem einen mehr dem Bilde der Ischialgie, bei dem anderen in Form der Occipitalneuralgie, beim dritten als Trigeminusschmerz auftritt. Die ungeheuere Zahl von Verletzungen peripherer Nerven, die wir im Kriege erlebt haben, hat uns gelehrt, wie oft ganz leichte irritative Prozesse eines Nerven determinierend für die Entstehung und Lokalisation des sogenannten psychogenen Schmerzes gewesen sind. Gerade bei diesen Affektionen der peripheren Nerven hat trotz der zweifellos vorhandenen psychogenen Überlagerung die sonst so wirksame Psychotherapie in allen ihren Methoden nur zu oft versagt, während der Erfolg mit einem Schlage eintrat, sobald die periphere irritative Noxe durch ein sachgemäßes Vorgehen ausgeschaltet wurde. Genau die gleichen Erwägungen gelten für die psychogene Überlagerung der zahlreichen im Kriege beobachteten leichten Neuritiden nach den verschiedensten Infektionskrankheiten, die Neuritiden, die aus der Kombination von Überanstrengung und der Einwirkung refrigeratorischer Faktoren erwachsen sind, ferner für die zahlreichen leichten traumatischen Läsionen und Erkrankungen der Muskeln, infektiösen, rheumatischen

oder anderen Ursprunges, und ebenso für alle möglichen Krankheitsprozesse überhaupt, die mit sehr geringfügigen Organveränderungen einhergehen und an und für sich nicht ausreichen, den Schmerz allein zu erklären, aber doch im Gesamtmechanismus der Schmerzentstehung eine wichtige Rolle spielen. Wie oft beobachten wir, daß die therapeutische Beeinflussung eines solchen ganz geringfügigen Organprozesses den Schmerz zum Schwinden bringt, den keine psychotherapeutische Methode vorher heilen konnte. Viele physikalische Heilfaktoren, denen man eine Suggestivkraft nachsagt, wirken in erster Linie rein physikalisch, indem sie die peripheren Schmerzrezeptoren von einem an ihnen angreifenden Reiz befreien. Aber es bedarf zur Erklärung des psychogenen Schmerzes durchaus nicht unbedingt des Vorhandenseins einer solchen bereits von vornherein vorhandenen peripheren irritativen Noxe, die durch die Emotion gleichsam belebt wird, sondern die der Emotion folgende periphere Veränderung, z. B. in Gestalt der Kontraktion der Muskulatur, der Gefäße oder der Viscera, kann an und für sich schon einen überschwelligen Reiz für die Schmerzrezeptoren abgeben, wenn die Erregbarkeit des Schmerzsystems infolge mangelhafter Ausbildung der Schmerzhemmungsmechanismen beträchtlich gesteigert ist. Daß dies möglich ist, wird durch das Vorkommen von Spontanschmerzen bei Ausschaltung der Schmerzhemmungsapparate (Hinterstränge, Hinterseitenstränge, Corpus striatum u. a.) durch organische Läsionen dieser Abschnitte des Nervensystems zur Genüge bewiesen.

Die Berechtigung zur Aufstellung des Begriffes: psychogener Schmerz leitet sich nun nicht nur daraus her, daß Emotionen ohne Zweifel bei der Entstehung von Schmerzzuständen eine Rolle spielen, vorhandene, durch krankhafte irritative Noxen bedingte Schmerzen steigern, oder endlich latent gewordenen irritativen Noxen wieder die Bedeutung eines überschwelligen Reizes verleihen können, sondern ebenso aus der Tatsache, daß psychische Einwirkungen geeignet sind, den Schmerz wieder zum Verschwinden zu bringen. Wenn wir versuchen, die Wirkungsweise der mannigfachen Methoden der Psychotherapie auf eine gemeinsame Basis zurückzuführen, so sind es meines Erachtens hauptsächlich zwei Faktoren, die bei allen Methoden mehr oder weniger ausschlaggebend sind. Der thymogene Schmerz wird in der Mehrzahl der Fälle durch Unlustaffekte, Angst, Schreck, Furcht, Zorn, Spannung, unlustbetonte Erwartung erzeugt und unterhalten. Umgekehrt wird er durch gegenteilige Affekte, Freude, Hoffnung, lustbetontes Befreiungsgefühl und ähnliche emotive Regungen aufgehoben. Die Abhängigkeit des Schmerzes von der Affektlage müssen wir als ein geradezu allgemeingültiges Prinzip anerkennen. Jeder, der Affektschwankungen unterworfen ist, wird es

bestätigen. Besonders lehrreich sind in dieser Hinsicht die Fälle manisch-depressiven Irreseins, welche während der Periode der Depression über fortwährende Schmerzen, bald hier bald da, klagen, auf den geringsten körperlichen Krankheitsprozeß mit den lebhaftesten Schmerzen reagieren, die jeder Behandlung trotzen, während sie in der Phase der manischen Exaltation, sofern diese mit gehobener, lustvoller Stimmung einhergeht, keine Schmerzen haben und selbst schwere irritative Noxen kaum schmerzhaft werten. Die psychotherapeutischen Methoden zielen nun alle mehr oder weniger daraufhin, die Affektlage des Kranken umzuändern, den Unlustaffekt in einen Lustaffekt umzuwandeln. Wie dies im Einzelnen geschieht und zu erklären ist, kann hier nicht Gegenstand der Betrachtung sein. Für unsere Betrachtung genügt es, die Tatsache festzustellen, daß diese Umwandlung gelingt. Dem Lustaffekt entspricht in denjenigen nervösen Substraten, deren neurodynamische Zustandsänderungen den Affekten korrespondieren, ein anderer materieller Zustand als der, welcher vorher bestand und sein psychisches Korrelat in dem Unlustaffekt besaß. Der dem Unlustaffekt zugrunde liegende physische Zustand verschwindet, er wird durch den der Lust zugeordneten Zustand abgelöst. Damit fällt die sukzessive Induktion der Zentralstationen des Schmerzsystems, Thalamus opticus und Gehirnrinde fort. Gleichzeitig aber werden durch die dem Luftaffekt zugrunde liegende neurodynamische Zustandsänderung des Zentralnervensystems in der Körperperipherie somatische Veränderungen hervorgerufen, welche denen zum Teil entgegengesetzt sind, die wir bei unlustvollen Emotionen beobachteten. Dadurch werden die peripheren Schmerzrezeptoren von dem vorher auf sie einwirkenden Reize befreit, und es wird auch auf diese Weise dem Schwinden des Schmerzes Vorschub geleistet.

Diesem ersten für die Heilwirkung der psychotherapeutischen Methoden in Betracht kommenden Faktor der Affektumwandlung gesellt sich nun aber meines Erachtens wenigstens bei manchen Formen der Psychotherapie noch ein zweiter Faktor hinzu, der mit der Willenstätigkeit zusammenhängt. Die Frage, inwieweit der Wille imstande ist den Schmerz zu beeinflussen, ist nicht ganz leicht zu entscheiden, obwohl es auf den ersten Blick so scheint und von den meisten als selbstverständlich hingenommen wird. Daß jemand den Schmerz verbeißt, wie es im Sprachgebrauch heißt, ist zunächst etwas anderes. Hierbei handelt es sich zunächst nur um die Unterdrückung von Reaktionsbewegungen, wobei das Schmerzgefühl selbst in seiner Intensität das gleiche bleiben kann. Die Frage, ob der Wille auch das Schmerzgefühl selbst zu mindern oder zum Verschwinden bringen kann, kann nur durch

eigene scharf analysierende Selbstbeobachtung gelöst werden. Soweit meine eigene Selbstbeobachtung ausreicht, glaube ich die Frage durchaus bejahen zu müssen. Ich kann durch starke Willensanstrengung einen bestehenden heftigen Schmerz allmählich mildern, und nach Aussetzen der Willenstätigkeit tritt der Schmerz in alter Heftigkeit wieder hervor. Wenn wir uns die Frage vorlegen, kraft welcher Einrichtungen des Nervensystems eine derartige Beeinflussung des Schmerzes durch den Willen möglich ist, so müssen wir zwar sagen, daß wir darüber, welche Substrate des Nervensystems bei dem, was wir Willenleistung nennen, in Erregung sind, bisher nichts wissen, höchstens soviel zu wissen glauben, daß die Großhirnrinde dabei im Spiele ist. Aber diese Unkenntnis ist für unsere Frage von untergeordneter Bedeutung. Der Weg, auf dem die dem Willen korrespondierende neurodynamische Energie das Schmerzsystem beeinflußt, kann meines Erachtens nur in der corticofugalen und vielleicht auch in der strio-thalamischen Schmerzhemmungsbahn gesehen werden.

Die Frage der Beeinflussung des Schmerzes durch die Willenstätigkeit führt uns zu der Frage nach der Beeinflussung des Schmerzes durch die Aufmerksamkeit. Auch diese Frage ist in bejahendem Sinne zu beantworten, wohl jeder hat das an sich selbst erfahren, und bei zahllosen Kranken können wir immer wieder feststellen, wie der Schmerz bei Ablenkung der Aufmerksamkeit schwindet und bei Hinlenkung derselben wieder hervortritt. Diese Abhängigkeit des Schmerzes von der Aufmerksamkeit zeigt sich nicht nur da, wo geringfügige irritative Noxen auf die Rezeptoren des Schmerzsystems einwirken, sondern auch da, wo schwere, erfahrungsgemäß mit den heftigsten Schmerzen verbundene organische Erkrankung des Nervensystems vorliegen. Mich hat es immer wieder in Erstaunen versetzt, wie z. B. die stärksten lanzinierenden Schmerzen der Tabiker bei abgelenkter Aufmerksamkeit aufhören können. Darum diese Schmerzen schlechthin für psychogen zu erklären, wie es des öfteren geschieht, ist eine Verkennung des Problems. Diese Verkennung entspringt zum großen Teil aus dem viel zu allgemeinen Sinne, der dem Adjektivum psychogen anhaftet. Thymogen ist jedenfalls der Schmerz, welcher bei Hinlenkung der Aufmerksamkeit hervortritt und bei Ablenkung derselben wieder schwinden kann, nicht; psychogen ist er höchstens insoweit, als ein psychischer Prozeß wie er der Aufmerksamkeit zugrunde liegt, von Einfluß auf das Erlebnis des Schmerzes ist. Das ist aber nicht der Sinn, welcher im allgemeinen mit dem Worte psychogen verknüpft wird.

Es ist sehr schwer, sich eine Vorstellung von dem materiellen Geschehen innerhalb des Nervensystems zu machen, welches diesem Ein-

flusse der Aufmerksamkeit auf das Erleben des Schmerzes zugrunde liegt. Wir wissen bezüglich der Frage, welche Substrate des Nervensystems bei dem psychischen Prozeß, den wir als Aufmerksamkeit bezeichnen, in Erregung sind, nicht mehr, als daß dieses Substrat wahrscheinlich die Großhirnrinde ist. Welcher materielle Prozeß aber innerhalb der Großhirnrinde dabei abläuft, darüber fehlt uns bisher jede Vorstellung, und so können wir bezüglich des Einflusses der Aufmerksamkeit auf das Erleben des Schmerzes nicht mehr sagen, als daß der der Aufmerksamkeit zugrunde liegende Rindenprozeß mit der durch den Schmerzreiz in den Zentralstationen des Schmerzsystems, dem Thalamus opticus bzw. den corticalen Endstätten der afferenten Bahnen, hervorgerufenen neurodynamischen Zustandsänderung das eine Mal in Kontakt ist, das andere Mal nicht, wobei wir uns etwa denken können, daß der der Aufmerksamkeit korrespondierende Rindenprozeß den Thalamusprozeß und den Prozeß in den corticalen Endstätten der Schmerzbahn das eine Mal fördert, das andere Mal herabsetzt. Minderung oder Ausbleiben des Schmerzgefühls infolge von Herabsetzung der Aufmerksamkeit beobachten wir bei zahlreichen Gehirnkrankheiten, die mit allgemeinem Hirndruck einhergehen (Hirntumor, Abszeß, Meningitis u. a.), bei denen die Aufmerksamkeit oft schwer geschädigt ist; sie kommt vor bei schweren diffusen corticalen Erkrankungen verschiedenster Art, bei arteriosklerotischer oder seniler Rindenverödung, bei progressiver Paralyse, bei den zahlreichen der Idiotie zugrunde liegenden hirnatrophischen Prozessen. Sie spielt schließlich eine Rolle bei zahlreichen Geisteskrankheiten, bei Alkoholdeliranten, beim Korsakoffschen Symptomenkomplex, bei den als Amentia bezeichneten Psychosen usw.

Zum Schlusse möchte ich eines besonderen Beispieles gedenken, das die Bedeutung der Ablenkung der Aufmerksamkeit für das Erleben des Schmerzes klar demonstriert und in einem besonderen Lichte erscheinen läßt. Es ist seit langem bekannt und während des Weltkrieges tausendfach wieder bestätigt worden, daß bei der konzentrierten Einstellung der Psyche auf die Kampfhandlung manchmal selbst die allerschwersten Verwundungen nicht zum Bewußtsein kommen. Die Aufmerksamkeit ist so von dem verletzten Körperteil abgelenkt und anderweitig so stark gebunden, daß Schmerz nicht gefühlt wird. Es fragt sich nur, ob wir uns in diesem Spezialfalle mit der einfachen Statuierung der anderweitig gebundenen Aufmerksamkeit begnügen sollen oder ob wir hier nicht das Vorhandensein einer besonderen Affektlage für das Nichtaufkommen des Schmerzes verantwortlich machen sollen. So wie lustvolle Affekte dem Schmerz konträr wirken, so können unter Umständen

besonders starke Affekte jedweder Art — in unserm Beispiel dürfte es wohl der Affekt der intensivsten Spannung sein — das Entstehen des Schmerzgefühls verhindern. Die psychologische Analyse derartiger Zusammenhänge ist ungemein schwierig und der Versuch, den Vorgang auf ein neurodynamisches Korrelat zurückführen zu wollen, könnte nur recht lückenhaft ausfallen.

XI.

Die Aufgaben der chirurgischen Behandlung der Schmerzzustände zerfallen in zwei grundsätzlich verschiedene Gruppen. Die erste Aufgabe jeglicher Therapie ist das Prinzip des tolle causam. Das gilt auch für die chirurgische Behandlung der Schmerzzustände. Es kann aber nicht der Zweck dieser Zeilen sein, für jedwede Erkrankung, die mit Schmerzen einhergeht, die Indikationen und die Art der einzelnen chirurgischen Eingriffe zu erörtern, welche dazu dienen, den Krankheitsprozeß zu beseitigen und damit auch die Schmerzen zu beheben. Es hieße fast, das gesamte Gebiet der Chirurgie aufrollen, wollte ich an diese Aufgabe herantreten und etwa die Indikationen zur Operation und die Methoden derselben bei einem Ulcus ventriculi, bei Blasenstein, bei einer Phlegmone usw. besprechen. Das ist Aufgabe der speziellen Chirurgie und fällt gar nicht in den Bereich der Kompetenz des Neurochirurgen. Nur für die verschiedenen Erkrankungen des Nervensystems selbst, soweit sie mit Schmerzen einhergehen, soll die Frage behandelt werden, wann und inwieweit wir imstande sind, durch operative Eingriffe der Indicatio causalis zu genügen und einen bestehenden Krankheitsprozeß zu eliminieren oder zum wenigsten so weit einzudämmen, daß es zu einer Besserung der Krankheit oder auch nur zu einem Stillstand derselben kommt. Die andere Gruppe chirurgischer Eingriffe umfaßt alle diejenigen Operationen, welche den Krankheitsprozeß selbst nicht angehen, sondern ohne Rücksicht auf das Fortbestehen desselben lediglich einen palliativen Charakter tragen und nichts weiter bezwecken, als die vorhandenen, durch den Krankheitsprozeß hervorgerufenen Schmerzen zu beseitigen. Diese palliativen Operationen bestehen in der Hauptsache in der Ausschaltung der schmerzleitenden Bahnen, die sowohl bei Erkrankungen des Nervensystems als auch bei allen möglichen anderen Erkrankungen, die mit Schmerzen einhergehen, in Betracht kommt. Unter Umständen kann die palliative Bekämpfung von Schmerzzuständen auch an den Rezeptoren angreifen. Dahin gehört die Lähmung derselben durch Cocainisierung, durch Gefrieren, durch Iontophorese durch den Leduc'schen Strom usw., ferner die von Payr mit großem Erfolg bei schmerzhaften Gelenkprozessen vorgenommene Injektion von Phenokampfer in die Gelenke bei schmerzhaften Arthritiden.

I. Die Affektionen der peripheren Nerven.

1. Traumatische Affektionen der peripheren Nerven.

Bei den traumatischen Läsionen der peripheren Nerven bildet der Schmerz einen integrierenden Bestandteil der Symptomatologie. Einerlei ob es sich um Läsionen durch scharfe Gewalt (Stich, Schnitt) oder durch stumpfe Gewalten (Druck, Zerrung), oder um Schußverletzungen handelt, fast allemal tritt im Moment der Einwirkung der traumatischen Gewalt auf den peripheren Nerven Schmerz auf. Dieser initiale Schmerz kommt durch die Irritation der im peripheren Nerven verlaufenden Schmerzfasern im Moment des Traumas selbst zustande. Allerdings hat der letzte Weltkrieg, mit seiner riesigen Zahl von Schußverletzungen peripherer Nerven, uns gelehrt, daß bei der Verletzung durch die modernen Geschosse mit ihrer rasenden Rasanz, selbst dann, wenn sie einen Nerven glatt durchreißen, keineswegs immer Schmerzen auftreten. Man hat das zum Teil auf die ungeheuere, seelische Erregung, in der sich der Soldat im Kampfe befindet, die ihn gegen körperlichen Schmerz völlig abstumpfen kann, zurückgeführt (vgl. S. 176). Meines Erachtens kommt aber außerdem noch ein anderer Faktor in Betracht. Wir wissen, daß die dem Geschosse innewohnende große, lebendige Kraft nicht nur innerhalb der Durchschlagslinie des Projektils wirksam ist, sondern auch weitab von derselben zur Geltung kommt. Die Traumatisationssphäre des Projektils bildet nicht eine Linie, sondern einen Cylinder von oft beträchtlichem Durchmesser, um die Linie der Geschoßbahn als Axe, herum. Daher kommt es bei Schußverletzungen oft auch da zur Läsion peripherer Nerven, wo das Projektil selbst den letzteren überhaupt nicht berührt, sondern in mehr oder weniger beträchtlicher Entfernung an ihm vorbeigeht. Diese sogenannten Nachbarschafts- oder Fernschädigungen peripherer Nerven erfolgen nach meinem Erachten vielfach ohne jeden initialen Schmerz. Entweder ist hierbei der initiale Reiz der Geschoßwirkung auf die Schmerzfasern der Nerven zu kurz, kürzer als die Zeitreizschwelle, das heißt, die Zeit, welche ein Reiz mindestens dauern muß, um wirksam zu sein oder aber es wird durch die Geschoßwirkung so rasch eine hochreichende Leitungsunterbrechung am zentralen Abschnitte des Nerven erzeugt, daß eine Fortpflanzung des Reizes nicht erfolgen kann. Dieselbe lähmende leitungsunterbrechende Wirkung des durchschlagenden Geschosses ist offenbar manchmal auch da, wo letzteres einen Nervenstamm regelrecht durchreißt, im Spiele und verhindert, daß die mit der Durchreißung ja zweifellos verbundene starke Reizung der Schmerzfasern des Nerven zentralwärts weiter geleitet wird.

In zahlreichen Fällen von traumatischer Läsion peripherer Nerven fehlen nach dem Abklingen des initialen Schmerzes für die Folge alle sensiblen Reizerscheinungen. In anderen Fällen aber bestehen sie fort oder sie treten früher oder später nach einen sogenanntem freien Intervall wieder hervor und können dann lange Zeit andauern und eine ungewöhnliche Heftigkeit annehmen. Dieses Fortbestehen oder Wiederauftreten von Schmerzen ist stets auf das Vorhandensein einer besonderen irritativen Noxe zurückzuführen. So beruht z. B. nach der Einwirkung stumpfer Gewalten das Fortbestehen der Schmerzen häufig darauf, daß der Nerv in Knochenmassen eingekeilt ist, oder auf einem perineuralen oder endoneuralen Bluterguß, bei offenen verunreinigten Wunden kann eine rasch einsetzende entzündliche Infiltration des Nerven und seiner Umgebung schuld an dem Fortbestehen der Schmerzen sein. Bei den Schußverletzungen können entweder ein im Nerv oder unmittelbar neben ihm stecken gebliebenes Projektil, oder eine gleichzeitige Verletzung des Knochens mit Einsprengung von Knochenfragmenten in den Nerven oder mit Einkeilung des letzteren in Knochenmassen, ferner endoneurale und perineurale Hämatome, ebenso auch frische entzündliche Infiltration des Nerven die Ursache für das Fortbestehen des Schmerzes bilden. Auch können bei den Schußverletzungen gelegentlich Tuchteile, Holzsplitter, Glassplitter und andere Fremdkörper in den Nerven versprengt werden. Ähnliches kann auch bei Verletzungen durch stumpfe Gewalten oder durch Explosionen usw. vorkommen. Da, wo der Schmerz erst später nach einem mehr oder weniger freien Intervall auftritt, liegt die Ursache im allgemeinen in sekundären Prozessen, die sich erst nach einer gewissen Zeitspanne ausbilden. Am häufigsten sind das perineurale oder endoneurale Narbenbildungen, die Trennungs- oder Kontinuitätsneurome, fasciculäre Neurome im Innern des Nervenstammes, Aneurysmen der anliegenden Arterienstämme, aber auch der Arteriae comites, die z. B. am Medianus und Ischiadicus nicht gar so selten sind, ferner kann sekundäre Callusbildung auf einen Nervenstamm drücken. Zu bemerken ist, daß die Narbenbildung und die endoneurale Bindegewebsproliferation namentlich bei Schußverletzungen oft eine beträchtliche Höhenausdehnung besitzten.

Andauernde oder später auftretende Schmerzen kommen sowohl bei anatomischer Totaltrennung eines Nerven vor — ich erinnere nur an die Amputationsneurome — als auch bei erhaltener Kontinuität. Im letzteren Falle sind sie zweifellos häufiger als im ersteren Falle. Sie können mit völliger Leitungsunterbrechung der motorischen und sensiblen Fasern des Nerven, also mit motorischer Lähmung und Anästhesie gepaart sein, sie kommen aber auch ohne jegliche motorischen und sensiblen Ausfalls-

erscheinungen vor, dann, wenn die in Betracht kommende posttraumatische Noxe lediglich irritativ wirkt; in diesem Falle besteht im peripheren Ausbreitungsgebiet des betroffenen Nerven gleichzeitig eine Hyperalgesie (Hyperpathie). Häufig sind in diesen letzteren Fällen die sensiblen Reizerscheinungen mit Reizerscheinungen in der vegetativen Sphäre gepaart, es besteht infolge einer Irritation der im peripheren Nerven verlaufenden efferenten vegetativen Nervenfasern lebhafte arterielle Hyperämie, Hyperhidrosis, Hypertrichie und andere trophische Reizerscheinungen (glossy skin, herpetiforme Hautaffektionen, gesteigertes Nagelwachstum u. a.) im peripheren Distributionsgebiete des betroffenen Nerven. W. Mitchell hat diese im wesentlichen durch Reizsymptome charakterisierten Läsionen der Nervenstämme als Kausalgie bezeichnet.

Die am peripheren Nerven angreifende irritative Noxe führt nicht nur zu Schmerzen, sondern sehr oft auch zu reflektorischen Erscheinungen auf motorischem, vasomotorischem und sekretorischem Gebiete. Ich erwähne nur die bekannten reflektorisch bedingten Haltungsanomalien und Kontrakturen, die fast durchweg in dem Sinne orientiert sind, daß der verletzte Nerv entspannt wird. Daß diese letzteren neben den bestehenden Schmerzen an und für sich eine schwere Behinderung des Kranken bedingen und Abhilfe erheischen, bedarf keiner besonderen Erwähnung. Die reflektorisch durch die Irritation des verletzten Nerven hervorgerufenen Erscheinungen im Bereiche des vegetativen Nervensystems bestehen in erster Linie in mehr oder weniger ausgedehnten vasomotorischen Symptomen (Cyanose, Anämie, oder arterieller Hyperämie), in Hyperhidrosis, oder Anhidrosis, in Hyperkeratose der Haut, Hypertrichie, Störungen des Nagelwachstums, Veränderungen der Knochenstruktur u. a.

Daß der Schmerz bei traumatischen Läsionen rein sensibler Nerven besonders heftig ist, ist verständlich. Ich habe während des Weltkrieges in nicht weniger als 110 Fällen von Verletzung eines sensiblen Hautnerven wegen der anhaltend heftigen Schmerzen operativ intervenieren müssen. Aber auch bei Läsionen der gemischten Nervenstämme sind Schmerzen nichts Seltenes, da die gemischten Nervenstämme ja, wie schon der Name sagt, neben den motorischen Fasern auch zahlreiche afferente Fasern führen. Besonders häufig und heftig sind die Schmerzen bei Verletzungen des Medianus, des Ischiadicus und des Tibialis, etwas seltener bei Verletzungen des Ulnarisstammes. Aber auch bei Verletzungen des Radialis und Peroneus, des Musculocutaneus, Axillaris, Cruralis, Obturatorius kommen manchmal heftige, anhaltende Schmerzen vor, wenn auch zugegeben werden muß, daß sie viel seltener sind als bei Medianus- und Ischiadicusläsionen. Sehr heftig sind die

Schmerzen oft bei traumatischen Plexusläsionen. Von den gemischten Gehirnnerven erwähne ich, außer dem dritten Trigeminuaste, den Intermedius, Glossopharynges und Vagus, bei deren Läsion ich wiederholt sehr heftige Schmerzen und sensible Reizerscheinungen beobachtet habe. Auch bei Läsionen der sogenannten rein motorischen Nerven sind manchmal Schmerzen vorhanden. Wir haben weiter oben (S. 26) darauf hingewiesen, daß es keine rein motorischen Nerven gibt, daß diese alle die afferenten propriozeptiven Fasern der von ihnen versorgten Muskeln enthalten, daß Durchschneidung und elektrische Reizung eines solchen sogenannten motorischen Nerven oft furchtbaren Schmerz auslöst. Das gilt z. B. für die Nn. thoracici anteriores, den Thoracodorsalis, die Nn. subscapulares, den Phrenicus, den Accessorius, den Hypoglossus, den Facialis. Dementsprechend können auch gelegentlich traumatische Läsionen solcher Nerven mit anhaltenden Schmerzen einhergehen. Am bekanntesten ist das vom Nervus phrenicus.

Worauf es beruht, daß bei den traumatischen Läsionen der peripheren Nerven in zahlreichen Fällen anhaltende Schmerzen ganz fehlen, während sie in anderen Fällen vollkommen das Krankheitsbild beherrschen, ist letzten Endes schwer zu entscheiden. Wir können nur so viel sagen, daß ein und derselbe pathologisch-anatomische Prozeß an einem und demselben Nerven bei dem einen Individuum gar keine, bei einem anderen rasende anhaltende Schmerzen verursacht. Wir kommen nicht darum herum, anzunehmen, daß die einzelnen Individuen eine in hohem Grade verschiedene Schmerzfähigkeit besitzen (vgl. S. 170). Ich habe darauf hingewiesen, daß das Schmerzsystem offenbar eine individuell höchst verschiedene Erregbarkeit besitzt, speziell besitzt wohl der Thalamus opticus, der eine der wichtigsten Stationen des Schmerzsystems darstellt, eine von Fall zu Fall sehr variable potentielle Energie, offenbar weil die ihm übergeordneten Hemmungsmechanismen des Corpus striatum und Cortex cerebri sehr verschieden entwickelt sind.

Nicht immer beruhen die Schmerzen bei den traumatischen Läsionen der peripheren Nerven auf einer Irritation der im Nervenstamme verlaufenden Schmerzfasern durch pathologische Noxen. Wir haben oben S. 24 ausgeführt, daß die Gebiete, welche von einem Nerven mit Schmerzfasern versorgt werden, einander weitgehend überlagern, so daß bei der Unterbrechung eines bestimmten Nerven nur in einem relativ engen Bezirke Analgesie auftritt, während in dem anschließenden Gebiete die Perzeption algophorer Reize erhalten bleibt, während Berührungsempfindung und Temperaturempfindung erloschen sind. Noxen, die keine völlige Leitungsunterbrechung eines Nerven erzeugen, lassen die im letzteren verlaufenden Schmerzfasern oft ganz unberührt, während

die viel vulnerableren Fasern der Berührungs- und Temperaturempfindung ihre Leitfähigkeit völlig verlieren. Bei der Regeneration eines durchtrennten Nerven stellen sich im allgemeinen die Schmerzfasern am ehesten und vollkommensten wieder her, während die Fasern der Berührungs- und Temperaturempfindung oft sehr lange Zeit zu ihrer Restitution benötigen. Unter allen diesen Umständen finden wir, daß die Schmerzperzeption bei erloschener Berührungs- und Temperaturempfindung in einem weiten Bezirke des peripheren Distributionsgebietes des lädierten Nerven oder sogar in dessen gesamtem Bezirke erhalten ist. Daß der Schmerz dabei den ausgesprochenen Charakter der Hyperpathie trägt, ist bereits ausführlich erörtert worden. Die Schmerzhyperpathie ist die Folge des Ausfalls des Systems der Berührungs- und Temperaturempfindungen, welche normaliter einen moderierenden Einfluß auf das Schmerzsystem ausüben. Hierbei kommt es nun gar nicht selten auch zu spontanen Schmerzen im Gebiete des betroffenen Nerven, wobei offenbar die im Organismus ja ständig an den peripheren Schmerzrezeptoren stattfindenden ionalen Verschiebungen des Basengleichgewichtes den Reiz bilden. Besonders die Schmerzfasern der tiefen Sensibilität zeigen eine große Resistenz gegen krankhafte Noxen und eine große Regenerationskraft, und besonders das Tiefenschmerzsystem zeigt bei Läsionen peripherer Nerven, solange die Empfindungssysteme ausfallen, eine beträchtliche Steigerung der Erregbarkeit, so zwar, daß schon ein mäßig starker Druck heftigen und weit ausstrahlenden Schmerz erzeugt. Das spielt besonders bei Ischiadicusläsionen eine Rolle, bei denen keine vollkommene Leitungsunterbrechung des Nerven vorliegt, oder nach anfänglicher völliger Leitungsunterbrechung sich teilweise wiederhergestellt hat. Solche Kranke werden oft infolge der Tiefenhyperpathie der Fußsohle buchstäblich am Gehen verhindert, weil der Druck, dem die Sohle des kranken Beines ausgesetzt ist, wenn dieses als Stützbein fungiert, heftiges Unbehagen hervorruft, so daß die Kranken in diesem Stadium der Nervenregeneration tatsächlich schlechter daran sind, als zu Anfang, wo eine völlige Analgesie der Sohle bestand. Analoge Beobachtungen habe ich mehrfach bei Ulnaris- und Medianuslähmungen gemacht, bei denen sich nach einer anfänglichen totalen Gefühllosigkeit der Vola manus et digitorum das Tiefenschmerzsystem rasch wiederherstellte und nun jeder leichte Druck auf den Handteller oder die Volarseite der Finger ein lästiges Schmerzgefühl hervorrief, so daß schon das einfache Auflegen der Handfläche auf eine Unterlage für die Kranken unerträglich war. Bleibt die Nervenregeneration auf diesem Stadium stehen, kommt es zu keiner Wiederherstellung der Empfindungssysteme, so nimmt die Tiefenhyperpathie manchmal solche

Grade an, daß eine operative Leitungsunterbrechung des Nerven angezeigt erscheint. Ich habe aus dieser Indikation mehrfach den Nervus tibialis dicht oberhalb des inneren Knöchels mittels Alkohol- oder Formalininfiltration völlig blockiert.

Die Indikationstellung zum operativen Eingriffe hängt bei traumatischen Läsionen der peripheren Nerven in erster Linie von den motorischen Ausfallserscheinungen ab. Aber daneben kommt auch den Schmerzzuständen eine selbständige indikatorische Bedeutung zu. Die Indikation zur Intervention ist dann gegeben, wenn die Schmerzen anhaltend und heftig sind. Jede andere Therapie versagt diesen Schmerzzuständen gegenüber oft völlig, schon mancher Kranke ist durch sie dem Morphinismus in die Arme getrieben worden. Allgemein steht man heute auf dem Standpunkte, bei den traumatischen Läsionen peripherer Nerven trotz vorhandener totaler Lähmung nicht sogleich operativ vorzugehen, weil ein großer Teil der traumatischen Läsionen einer weitgehenden spontanen Besserung zugängig ist, und man erachtet deshalb eine Wartezeit von einigen Monaten für geboten, ehe man sich zur operativen Intervention entschließt. Eine Ausnahme bilden in dieser Hinsicht die Verletzungen durch stechende oder schneidende Instrumente, besonders dann, wenn man sich bei der primären Wundrevision von der Durchtrennung des Nerven per oculos überzeugt hat. Hier ist frühzeitige Intervention berechtigt. Aber auch die traumatischen Läsionen durch stumpfe Gewalt und durch Schußverletzungen, die mit starken Schmerzen gepaart sind, erfordern nicht selten eine frühzeitige Intervention, manchmal schon nach Tagen oder innerhalb der ersten Wochen. Der Eingriff wird von vielen Kranken geradezu gebieterisch gefordert. Da wo die Schmerzen bereits seit Monaten bestehen und keine Neigung zur spontanen Besserung zeigen, ist die Indikation eo ipso gegeben, ganz einerlei ob gleichzeitig schwere Lähmungszustände oder nur eine leichte Parese oder überhaupt gar keine Anzeichen von Muskelschwäche bestehen. Der Schmerz kann an und für sich, auch wenn er allein besteht, die Indikation zur operativen Intervention bilden, und zwar in jedem Stadium des Verlaufes der traumatischen Läsion. Allerdings hängt die Art des operativen Vorgehens von dem gleichzeitigen Vorhandensein oder Fehlen motorischer Ausfallserscheinungen in hohem Maße ab.

Wird bei der operativen Intervention eine Totaltrennung des Nerven festgestellt, so ist die Hauptaufgabe die Lösung des zentralen Stumpfes des Nerven aus seiner Einklemmung und Verwachsung, und die Anfrischung desselben, bzw. bei älteren Fällen die Resektion des fast stets vorhandenen zentralen Neuroms. Es ist dringend geboten, die

Anfrischung soweit als möglich bis ins gesunde Nervengewebe vorzunehmen und die am zentralen Stumpfe als irritative Noxe wirkenden narbigen und interstitiellen bindegewebigen Proliferationsprozesse möglichst radikal zu entfernen. Besonders bei den Schußverletzungen, bei denen diese Prozesse oft hoch am zentralen Nervenstumpfe emporreichen, ist manchmal eine ausgiebige Resektion erforderlich. Natürlich ist auch eine genügende Anfrischung des peripheren Stumpfes erforderlich, damit die anschließende Nervennaht möglichst günstige Bedingungen für die Regeneration aufweist und damit sich nicht an Stelle der Naht ein narbiges Kontinuitätsneurom entwickelt, welches die Quelle neuer Schmerzen bilden könnte. Im Rahmen dieser Arbeit können diejenigen Maßnahmen, welche bei breiter Diastase der beiden Nervenstümpfe eventuell notwendig werden, um eine Naht überhaupt zustande zu bringen, nicht erörtert werden, ebenso wenig wie hier technische Einzelheiten der Nervennaht und die Frage der Umscheidung der Nahtstelle besprochen werden sollen. In dieser Hinsicht verweise ich auf meine Ausführungen im Ergänzungsband des Handbuches der Neurologie, Bd. II (Die Schußverletzungen der peripheren Nerven).

Schwieriger gestaltet sich die Frage, wie zu verfahren ist, wenn der Nerv trotz bestehender Leitungsunterbrechung bei der Operation keine Totaltrennung im grob anatomischen Sinne aufweist. Die Art des Vorgehens wird in diesem Falle in erheblichem Grade durch das Intervall, welches zwischen Trauma und Operation liegt, beeinflußt. Im allgemeinen stehen wir heute auf dem Standpunkte bei traumatischen Nervenläsionen, die durch Schußverletzungen oder stumpfe Gewalten hervorgerufen werden, trotz bestehender völliger Lähmung nicht sogleich zu intervenieren, sondern erst dann, wenn nach einer Wartezeit von 3 bis 5 Monaten die Lähmung unverändert fortbesteht. Wird bei einer solchen Spätoperation die Kontinuität des Nerven in grob anatomischem Sinne erhalten gefunden, so gilt es als Regel, die Läsionsstelle mag sie nun eine sogenannte Nervennarbe, eine Einschnürung, eine starke Abplattung oder ein Kontinuitätsneurom aufweisen, dann zu resezieren und die sekundäre Nervennaht anzuschließen, wenn bei der elektrischen Reizung des zentralen Nervenabschnittes oberhalb der Läsionsstelle, die von den betreffenden Nerven versorgten Muskeln sämtlich oder auch nur in ihrer Mehrzahl nicht ansprechen. Wir dürfen in solchen Fällen annehmen, daß die im Innern des Nerven durch das Trauma hervorgerufene Narbe dem Auswachsen der Neurofibrillen vom zentralen Teile in die Peripherie ein unüberwindliches oder doch so starkes Hindernis entgegensetzt, daß mit einer praktisch brauchbaren Restitution im

allgemeinen nicht mehr gerechnet werden kann. Ich reseziere sogar die gesamte Nervennarbe in Fällen, in denen klinisch keine totale Lähmung des Nerven besteht, sondern einer oder einzelne der von dem betreffenden Nerven versorgten Muskeln eine gewisse Wiederkehr der Funktion zeigen, aber bei der elektrischen Reizung des operativ freigelegten Nerven, die Mehrzahl der Muskeln nicht anspricht. Wir opfern dabei zwar die bereits wiederhergestellten Nervenfasern; dies geschieht aber zugunsten der anderen gelähmten Muskeln. Dieses radikale Vorgehen ist ganz besonders da indiziert, wo die Lähmung von starken Schmerzen begleitet ist, weil diese von der Nervennarbe ausgehen und nur weichen können, wenn letztere in toto reseziert wird.

Besteht klinisch völlige oder fast völlige Lähmung der gelähmten Muskeln, sprechen aber bei der elektrischen Reizung des Nerven oberhalb der Läsionsstelle die Mehrzahl oder die Gesamtheit der von dem betroffenen Nerven versorgten Muskeln an, so ist das ein Zeichen dafür, daß die Regeneration im Gange ist, und wir haben dann kein Recht, selbst wenn heftige Schmerzen bestehen, die Läsionsstelle ohne weiteres zu resezieren, sondern wir müssen uns hier zunächst mit der inneren Neurolyse begnügen, d. h. wir tragen die verdickte Nervenscheide ab, und lösen den Nervenstamm in seine Fascikel auf, wobei alle endoneuralen Bindegewebswucherungen sorgfältig entfernt und die Fascikel aus ihren Strangulationen befreit werden. Mehrfach habe ich dabei auch kleine fasciculäre Neurome entfernt und die fasciculäre Naht angeschlossen. Ich warne ausdrücklich davor, in den hier zur Diskussion stehenden Fällen sich mit der einfachen äußeren Neurolyse zu begnügen, wie dies vielfach geschehen ist. Diese ist ganz besonders da zu verwerfen, wo neben der Lähmung heftige Schmerzen bestehen, deren Ursache meist in den endoneuralen Veränderungen gelegen ist. Wenigstens gilt dieser ablehnende Standpunkt für die Schußverletzungen der peripheren Nerven, während ich für die Verletzungen durch stumpfe Gewalten zugebe, daß man unter den angegebenen Umständen auch gelegentlich mit der einfachen äußeren Neurolyse auskommen kann, weil bei ihnen die endoneurale Narbenbildung lange nicht den Umfang zu erreichen pflegt, wie bei den Schußverletzungen. Im übrigen darf nicht unerwähnt bleiben, daß auch nach der inneren Neurolyse die Schmerzen gelegentlich fortbestehen und ein späteres radikaleres Vorgehen erforderlich machen können. Aber im allgemeinen feiert gerade bei den mit Schmerzzuständen einhergehenden traumatischen Nervenlähmungen die innere Neurolyse ihre größten Triumphe.

Wiederholt habe ich in Fällen, in denen klinisch totale oder partielle Lähmung bestand, bei der Operation eine sogenannte partielle Nerven-

narbe aufgedeckt, während der übrige Teil des Nerven gut erhalten war, und auf den elektrischen Reiz mit einer Kontraktion aller oder der Mehrzahl der von dem betreffenden Nerven versorgten Muskeln reagierte. In diesen Fällen ist der guterhaltene Teil des Nerven zu schonen, während an dem veränderten Teil die Kontinuitätsnarbe reseziert, und die sekundäre Naht dieses Teiles angeschlossen wird. Wir bezeichnen dieses Vorgehen als sogenannte partielle Nervennaht.

Besteht klinisch nur geringfügige Lähmung eines Nerven oder fehlt eine solche ganz, sind aber heftige Schmerzzustände vorhanden, so werden wir vollends die Läsionsstelle nicht resezieren dürfen, um keine Lähmung hervorzurufen, sondern wir werden uns auch hier bei den Schußverletzungen, selbst wenn heftige Schmerzen das Bild beherrschen, zunächst mit der inneren Neurolyse begnügen müssen. Wir müssen uns allerdings darüber klar sein, daß auch in diesen Fällen trotz einer sorgfältigen und bis an die Grenze des technisch Möglichen durchgeführten inneren Neurolyse, doch die Schmerzzustände fortdauern oder rezidivieren, und unter Umständen später andere Maßnahmen erforderlich machen können. Ich habe mich unter den zahlreichen Fällen von Schußverletzungen peripherer Nerven, die ich wegen Schmerzen operiert habe, nur in einem einzigen Falle mit der äußeren Neurolyse begnügt. In diesem Falle lag die Ursache der Schmerzen in einem großen, in den Ischiadicus versprengten Knochensplitter, der sich leicht aus dem Nerven auslösen ließ. Letzterer war, von einer Verwachsung mit der Umgebung, die sich leicht lösen ließ, abgesehen, selbst weiter gar nicht verändert, nicht verhärtet und nicht geschwollen, und seine elektrische Erregbarkeit war vollkommen normal. Mein Standpunkt, den Schußverletzungen der peripheren Nerven gegenüber mit der einfachen äußeren Neurolyse so zurückhaltend wie möglich zu sein, findet seine Hauptstütze in den geradezu trostlosen Ergebnissen, die ich in zahlreichen Fällen, bei denen anderwärts die äußere Neurolyse ausgeführt worden war, festgestellt habe. Bei den Verletzungen durch stumpfe Gewalten hat die äußere Neurolyse in den Fällen, in denen gar keine oder nur geringfügige Lähmung besteht, mehr Chancen des Erfolges, weil bei ihnen die endoneuralen Veränderungen oft viel weniger ausgesprochen sind.

Die bisher besprochenen Gesichtspunkte gelten wohlgemerkt nur für die Fälle, welche erst nach einem längeren Intervalle nach dem Trauma zur Operation kommen. Nun habe ich aber bereits weiter oben darauf hingewiesen, daß es gerade die heftigen Schmerzzustände sind, welche bisweilen eine recht frühzeitige Interventio chirurgica gebieterisch fordern. Stoßen wir bei einer solchen Frühoperation auf eine Kontinuitätstrennung des Nerven, so ist natürlich in derselben Weise zu

verfahren, wie dies oben für die Spätoperation geschildert wurde. Dagegen ändert sich die Stellungnahme, sobald keine Kontinuitätstrennung in grob anatomischem Sinne vorliegt. Besteht klinisch völlige Lähmung des Nerven und sprechen bei der elektrischen Reizung des zentralen Teiles desselben gar keine oder nur ein kleiner Teil der von ihm versorgten Muskeln an, so sind wir im Gegensatz zu den Spätoperationen bei den Frühoperationen nicht berechtigt, die Läsionsstelle einfach zu resezieren und die sekundäre Naht anzuschließen. Wir sind bei diesen sogenannten Frühoperationen, wenn die Kontinuität erhalten ist und bei der elektrischen Reizung des zentralen Abschnittes der Nerven die von diesem versorgten Muskeln nicht ansprechen, nicht berechtigt, einen Schluß über die Beschaffenheit der Läsionsstelle abzuleiten. Die aus dem zentralen Stumpfe vorsprossenden und durch die Verletzungsstelle hindurch in den peripheren Nervenabschnitt hineinwachsenden Neurofibrillen benötigen eine gewisse Zeit, um bis zu ihrem Erfolgsorgan, den Muskeln, vorzudringen. Das Ausbleiben der Kontraktion bei Reizung des zentralen Nervenabschnittes beweist erst von einem bestimmten Zeitpunkt ab, daß die Läsionsstelle den vom zentralen Abschnitt her auswachsenden Nervenfibrillen ein unüberwindliches oder schwer überwindliches Hindernis bereitet und daß eine Spontanrestitution nicht oder nur in bescheidenem Maße zu erwarten ist. Als dieser Zeitpunkt hat sich mir auf Grund zahlreicher Erfahrungen ein Intervall von 3 bis 5 Monaten ergeben. Selbstverständlich können auch noch viel später gelegentlich Nervenfasern durch die Läsionsstelle hindurch zur Peripherie auswachsen. Wir müssen uns nun aber einmal bei unserm therapeutischen Handeln an eine gewisse mittlere Durchschnittszeit halten. Wollten wir im Falle des Ausbleibens der Muskelkontraktion bei Reizung des zentralen Nervenabschnittes in jedem Falle, auch in Fällen ganz frischer Nervenläsion, die Läsionsstelle eo ipso resezieren, so müßten wir z. B. bei jeder gewöhnlichen Drucklähmung eines Nervenstammes in dieser Weise vorgehen, bei der die Reizung des zentralen Nervenstumpfes resultatlos bleibt. Die Erfahrung hat aber gelehrt, daß solche Drucklähmungen oft auffallend rasch spontan völlig zurückgehen. Auch der Inspektions- und Palpationsbefund des freigelegten Nerven ist in Fällen, in denen die Verletzung erst kurze Zeit zurückliegt, trügerisch und besagt wenig über die Chancen einer spontanen Restitutionsmöglichkeit. Der Umstand, daß wir bei den sogenannten Frühoperationen und dem Fehlen der Muskelkontraktion bei elektrischer Reizung des zentralen Abschnittes des freigelegten Nervenstammes gar keine Rückschlüsse auf die Möglichkeit oder Unmöglichkeit einer spontanen Restitution der Lähmung ziehen können, ist einerseits einer der Hauptgründe dafür,

daß man bei den Schußverletzungen der peripheren Nerven eine längere Wartezeit von 3—5 Monaten für die operative Intervention für geboten erachtet hat. Andererseits zwingt uns aber der Umstand, daß wir auf Grund des Ergebnisses der elektrischen Reizung des Nerven und auch zumeist auf Grund des Inspektions- und Palpationsbefundes nichts Sicheres über die Beschaffenheit der Läsionsstelle aussagen können, in Fällen, wo wir infolge heftiger Schmerzen gezwungen sind, frühzeitig zu intervenieren, die Läsionsstelle nicht zu resezieren, sie überhaupt nicht anzugehen, sondern uns einfach mit der äußeren Neurolyse zu begnügen. Nur da, wo ganz grob greifbare Veränderungen am Nerven, starke Auftreibung oder starke Abplattung, starke Zerfetzung und ähnliche Befunde, die einer Totaltrennung in anatomischem Sinne gleichkommen, aufgedeckt werden, sind wir veranlaßt die Resektion mit anschließender sekundärer Naht vorzunehmen. Vollends müssen wir uns in allen Fällen, in denen klinisch keine Totallähmung des Nerven besteht, bei den Frühoperationen im allgemeinen auf die äußere Neurolyse beschränken, einerlei, ob bei der elektrischen Reizung des Nerven alle von dem Nerven versorgten Muskeln oder nur die nicht gelähmten Muskeln ansprechen, und dasselbe gilt auch für die Fälle, in denen klinisch überhaupt keine Lähmungen oder Paresen, sondern nur Schmerzen bestehen.

Vielfach kommt es bei den Frühoperationen einfach darauf an, den Nerven aus Knochenfragmenten, in die er eingekeilt ist, zu befreien, einen Knochensplitter, der in ihn versprengt ist, ein Projektil, das ihm anlagert oder in ihn eingedrungen ist, zu entfernen, ein Hämatom, das ihn umgibt, auszuräumen, den Nerven aus einer Narbe, die ihn umschnürt, herauszupräparieren, ihn von der Wand eines Aneurysmas, der er anhaftet, abzulösen oder aus dem Innern eines Aneurysmas, durch das er hindurchzieht, hervorzuholen.

Allerdings werden sicher in manchem dieser Fälle nach der einfachen äußeren Neurolyse die Schmerzen gar nicht beseitigt werden oder nach einer anfänglichen Remission später wieder erneut exazerbieren, weil sich im Innern des Nerven ein progressiver Narbenprozeß entwickelt. In solchen Fällen ist unter Umständen eine spätere zweite operative Intervention erforderlich, bei der die Nervennarbe oder ein Kontinuitätsneurom zu resezieren und die Nervennaht anzuschließen ist oder die innere Neurolyse geboten erscheint. Das darf uns aber nicht verleiten, bei Frühoperationen von vornherein radikal vorzugehen, weil für viele Fälle die äußere Neurolyse genügt und wir durch die Resektion der Läsionsstelle unter Umständen schweren Schaden stiften.

Unter den von mir seit dem Jahre 1914 ausgeführten rund 400 Nervennähten befindet sich eine sehr große Zahl von Fällen, in denen

neben der Lähmung gleichzeitig starke Schmerzen vorhanden waren. Auf die Resultate der Nervennaht bezüglich der Wiederherstellung der Motilität kann hier nicht eingegangen werden. Aber ich betone, daß unter meinen sämtlichen mit starken Schmerzen einhergehenden Fällen von Nervennaht kein einziger sich findet, in dem die Schmerzen nicht völlig beseitigt wurden. Dieses Ergebnis steht allerdings im Widerspruch zu den Resultaten anderer Autoren. Schloessmann, der sich mit der Frage des Nervenschußschmerzes besonders eingehend beschäftigt hat, sah unter 28 Fällen von Nervennaht 12mal gar keinen Erfolg bezüglich der Beeinflussung der Schmerzen. Ich glaube, daß die Resultate der Nervennaht wie für die Wiederherstellung der Motilität besonders auch für die Beseitigung der Schmerzen in hohem Maße, ich möchte sagen in allererster Linie, von der genügenden Anfrischung des zentralen Nervenstumpfes abhängen; letzterer birgt die den Schmerz hervorrufende irritative Noxe in Form des zentralen Neuroms, des endoneuralen Narbengewebes oder der interstitiellen Bindegewebsproliferation, und diese irritative Noxe muß und kann in den meisten Fällen radikal eliminiert werden.

Die innere Neurolyse habe ich zur Bekämpfung von Schmerzzuständen bei traumatischen Nervenläsionen 42mal ausgeführt, in 32 Fällen wurden die Schmerzen vollkommen und dauernd beseitigt, in 5 Fällen trat eine Besserung ein, in 5 Fällen dagegen blieb jeder Erfolg aus. In diesen Fällen waren die endoneuralen Veränderungen über eine sehr beträchtliche Strecke ausgedehnt, und eine restlose innere Lösung aller Fascikel war nicht durchführbar, daher der Mißerfolg. Die äußere Neurolyse habe ich, wie schon bemerkt, bei Schußverletzungen nur ein einziges Mal mit einem vollen Erfolg ausgeführt, bei Verletzungen durch stumpfe Gewalt dagegen in einer sehr großen Anzahl. Meist war der Erfolg ein guter, aber gelegentlich war ein späteres radikaleres Vorgehen geboten.

Eine Sonderstellung nehmen die traumatischen Läsionen der rein sensiblen Nerven ein. In Fällen von Verletzung durch stumpfe Gewalt, bei denen ein rein sensibler Nerv, wie das nicht selten vorkommt, in Knochenfragmente eingekeilt oder von Narben umklammert ist, genügt zumeist die einfache Auslösung desselben, um die Schmerzen zu beseitigen. Ist er durchtrennt, so kommt die Anfrischung der beiden Stümpfe und die anschließende Naht in Betracht. Weist er, wie es bei etwas älteren Verletzungen nicht selten der Fall ist, an der Läsionsstelle eine Narbe oder ein Kontinuitätsneurom auf, so ist dieses zu resezieren und die Naht anzuschließen. Im allgemeinen wird man bei dieser Indikationsstellung keine nennenswerten Mißerfolge erleben.

Anders liegen aber die Verhältnisse bei den Schußverletzungen. Ich war zu Beginn des Krieges, der mir eine sehr große Zahl von Verletzungen rein sensibler Nerven zugeführt hat, geneigt, die oben angeführte Indikation auch bei den Schußverletzungen der sensiblen Nerven anzuwenden; mußte aber sehr bald zu meiner Überraschung feststellen, daß dabei die Resultate sehr schlechte waren. In Fällen scheinbar einfacher Verwachsung ohne greifbare innere Narbenbildung bestanden trotz ausgedehnter Neurolyse die Schmerzen fort oder kehrten nach kurzer Zeit wieder. In Fällen von Totaltrennung, in denen ich das zentrale Neurom in voller Ausdehnung resezierte, das periphere Ende genügend anfrischte und die Naht anschloß, waren die Resultate ebenso schlecht, und das gleiche gilt für die Fälle von Resektion eines Kontinuitätsneuroms mit anschließender Naht. Ich bemerke, daß in allen diesen Fällen nicht nur die Schmerzen andauerten oder rezidivierten, sondern daß auch die reflektorischen Haltungsanomalien und Kontrakturen sehr bald wiederkehrten. Aus welchen Gründen die Resultate der nach den obigen Gesichtspunkten vorgenommenen Operation gerade bei den Verletzungen der sensiblen Nerven so schlecht waren, während doch die Anwendung der gleichen Prinzipien bei den Verletzungen der großen gemischten Nervenstämme sehr befriedigende Ergebnisse zeitigte, ist schwer zu entscheiden. Ich habe mich jedenfalls angesichts der schlechten Resultate dazu entschlossen, bei den Schußverletzungen der sensiblen Nerven so radikal als möglich vorzugehen, und habe die Neurexhairese der verletzten Nerven vorgenommen. Die rein sensiblen Nerven sind in der Mehrzahl als entbehrlich zu bezeichnen. Wesentlichen Nachteil bringt nur die Ausschaltung des gesamten Ramus superficialis des Ulnaris, oder aller sensiblen Fingeräste des Medianus. Ein einzelner Ramus digitalis communis oder proprius ist aber ohne großen Schaden entbehrlich und greifbare Nachteile sind auch keinem meiner Kranken, bei denen ich die verschiedensten sensiblen Nerven neurexhairesiert habe, erwachsen. Ich habe diese Operation in 110 Fällen vorgenommen, davon wurden 93 völlig und dauernd geheilt, 12 zeigten eine Besserung der Schmerzen, in 5 Fällen blieb der Erfolg aus oder die Schmerzen kehrten nach anfänglicher Linderung bald in der alten Stärke wieder. Die guten Erfolge der Neurexhairese gegenüber den schlechten Resultaten der Neurolyse und der Resektion mit nachfolgender Naht legen den Gedanken nahe, daß bei den Schußverletzungen der sensiblen Nerven die endoneuralen Veränderungen sehr hoch hinauf reichen und offenbar durch die erwähnten Operationsmethoden nicht ausreichend getroffen werden. Warum in einem Teil der Fälle, in dem die Neurexhairese vorgenommen wurde, der Erfolg ausblieb, vermag ich nicht zu entscheiden.

Wahrscheinlich hat sich an der Stelle des Abrisses des Nerven ein zentrales Trennungsneurom entwickelt.

Einige Operationsmethoden, die zur Bekämpfung von Schmerzzuständen bei traumatischen Nervenläsionen empfohlen worden sind, erheischen eine besondere Besprechung, zunächst die Resektion der sensiblen Bahnen im Stamme des gemischten Nerven. Diese ursprünglich von Stoffel zur Behandlung der Ischias vorgeschlagene Methode hat man auch zur Beseitigung von Schmerzzuständen bei traumatischen Nervenläsionen vorgeschlagen. (Stoffel, Thoele, Lehmann). Der Stoffel'sche Vorschlag fußt auf der Auffassung, daß im Nervenstamm die Bahnen der einzelnen Äste der Nerven, sowohl der motorischen wie der sensiblen, nicht durcheinander gemischt liegen, sondern eine ganz bestimmte, über die gesamte Längenausdehnung des Nerven gleichbleibende Lage im Nervenquerschnitt einnehmen (Innere Topographie des Nerven). Stoffel glaubt, bei Ischias die Bahnen des Cutaneus surae lateralis und Cutaneus surae medialis hoch oben am Hüftnerven isoliert darstellen und resezieren zu können. Richtig ist, daß manchmal, durchaus nicht immer, der Cutaneus surae lateralis nach seinem Eintritt in den N. peroneus eine ziemlich weite Strecke, während seines aufsteigenden Verlaufes im Hüftnerven, isoliert bleibt und aus dem Verbande der Fascikel des Ischiadicus herauspräpariert werden kann, ohne daß nennenswerte Anastomosen mit den übrigen Fascikeln durchtrennt werden. Es kann also unter Umständen bei einer traumatischen Läsion dieses Nerven in seinem peripheren Verlaufe seine zentrale Fortsetzung innerhalb des Hüftnerven selbst, mehr oder weniger vollkommen ausgeschaltet werden. Ob diese zentrale intraneurale Resektion gegenüber der peripheren Resektion bzw. der Neurexhairese des Cutaneus surae lateralis selbst einen Vorteil bietet, erscheint recht fraglich. Aber von dieser für den Cutaneus surae lateralis manchmal festgestellten isolierten Lagerung innerhalb des Nervenstammes abgesehen, kann die Stoffel'sche Lehre von der inneren Topographie der Nervenstämme in der von Stoffel gegebenen Form nicht als allgemein gültig anerkannt werden. Die Bahnen der einzelnen motorischen und sensiblen Äste eines Nerven mischen sich innerhalb des Nervenquerschnittes stark untereinander, die Form und Abgrenzung der einzelnen Fascikel auf dem Nervenquerschnitt wechseln von Zentimeter zu Zentimeter beträchtlich (Heinemann, Dustin, Langley und Hashimoto, Borchardt und Wjasmenski, Mc. Kinley, O. Foerster). Von einer isolierten Darstellung der einzelnen Bahnen der sensiblen Äste eines Nerven innerhalb des Nervenstammes selbst kann keine Rede sein und ihre isolierte Resektion ist

eine Unmöglichkeit. Vor allem aber ist zu bedenken, daß ja jeder motorische Ast des Nerven die afferenten Bahnen der Tiefensensibilität enthält. Die sensiblen Fasern des Nerven sind also über den gesamten Nervenquerschnitt diffus verteilt und es ist völlig ausgeschlossen, sie bei einer traumatischen Nervenläsion zentral von der Läsionsstelle isoliert darstellen und resezieren zu können. Die Methode scheidet daher als irrationell und anatomisch nicht fundiert aus der Reihe der für die Bekämpfung von Schmerzzuständen in Betracht kommenden Heilmaßnahmen aus.

Während Nervennaht, innere und äußere Neurolyse zu den Operationsmethoden gehören, die der Indicatio causalis gerecht zu werden bestrebt sind, tragen alle jetzt zu besprechenden Methoden palliativen Charakter. Ich beginne mit der Blockade im Bereiche des peripheren Nerven zentral von der Läsionsstelle. Sie ist besonders da indiziert, wo eine operative Intervention an der Stelle der Läsion selbst aussichtslos erscheint oder erfolglos verlaufen ist. Ohne Bedenken kann die zentrale Blockade an rein sensiblen Nerven vorgenommen werden, weil, wie schon bemerkt, der Ausfall derselben sich meistens nicht allzu schwer bemerkbar macht Aber an den sensiblen Nerven ist die Blockade, wenigstens die durch endoneurale Injektion, wegen des dünnen Kalibers technisch schwer durchführbar, und die Vereisung wirkt bei ihnen nach meinen Erfahrungen meist nur für recht kurze Zeit. Ich habe deshalb bei den rein sensiblen Nerven, wie schon bemerkt, die Neurexhairese vorgezogen. Bei gemischten Nerven ist die zentrale Blockade, wenn sie wirklich die Schmerzfasern ausschalten soll, mit einer motorischen Lähmung der von dem betreffenden Nerven versorgten Muskeln verbunden. Handelt es sich um traumatische Nervenläsionen, die ohnehin mit Lähmung oder hochgradiger Parese einhergehen und bei denen eine Restitution nicht mehr zu erwarten steht, so wird man sich zur Blockade dieses Nerven nicht allzu schwer entschließen. Aber besteht keine Lähmung oder nur eine geringfügige Parese, oder bestehen Aussichten auf eine Restitution, so müssen wir uns darüber klar sein, daß die Beseitigung der Schmerzen durch die zentrale Blockade des Nerven mit der entstehenden Lähmung bzw. mit der Verhinderung einer Restitution der Motilität recht teuer bezahlt wird. Durch diese Erwägung wird das Indikationsgebiet der zentralen Blockade naturgemäß sehr eingeengt, und der Entschluß setzt ein sorgfältiges Abwägen des Pro und Contra in jedem einzelnen Falle voraus.

Die zentrale Leitungsunterbrechung kann auf verschiedenem Wege erreicht werden. Die endoneurale Novocaininfiltration hat naturgemäß nur eine sehr vorübergehende Wirkung. Für eine dauernde Blockade kommt entweder die Infiltration mit Alkohol oder 5%iger

Formalinlösung oder die Vereisung nach Trendelenburg-Perthes, oder die scharfe Durchtrennung mit oder ohne anschließende Naht oder schließlich die völlige Exzision des Nerven auf eine lange Strecke in Betracht. Die von Lortat und Hallez empfohlene Ligatur des Nerven zentral von der Läsionsstelle kann meines Erachtens nicht akzeptiert werden. Die radikalsten Methoden der Leitungsunterbrechung sind zweifellos die scharfe Durchtrennung und die Totalexstirpation. Die scharfe Durchtrennung, die bereits lange vor dem Kriege von Nutt zum Zwecke der Ausschaltung eines Nervenstammes angewandt war, ist während des Krieges von Hartert zur Bekämpfung des Nervenschußschmerzes empfohlen worden. Sowohl gegen die Totalexstirpation wie gegen die scharfe Durchtrennung ohne anschließende Naht erhebt sich das Bedenken, daß sich am zentralen Teile des Nerven ein Trennungsneurom entwickeln und seinerseits die Ursache späterer erneuter Schmerzen werden kann. Schließt man an die zentrale Durchtrennung die Naht an, so kann später eine Restitution der Leitung eintreten, und mit ihr können auch die Schmerzen wieder rezidivieren, wenn die irritative Noxe an der Läsionsstelle fortbesteht. Die totale Exzision, die von Perthes, Lehmann und Schloessmann vorgenommen worden ist, habe ich nur ein einziges Mal ausgeführt und zwar in einem Falle von schwerer Verletzung des Vorderarms mit ausgedehnter Zerstörung fast aller Streckmuskeln der Hand und der Finger. Die unerträglichen Schmerzen, welche in diesem Falle bestanden, waren auf eine schwere ausgedehnte Veränderung des Ramus profundus des N. radialis zurückzuführen, der in Narbenmassen eingebettet war und mit einem kirschgroßen Neurom endete. Ich habe den Nerven in seiner Gesamtheit exzidiert, ihn aber zentral von der Durchschneidungsstelle mit Formalin infiltriert, um die Entstehung eines erneuten Trennungsneuroms zu verhüten. Der Erfolg war ein ausgezeichneter.

Der Nervenblockade durch Vereisung mittels Chloräthyls, mit der Perthes, Schloessmann, A. Müller, Läwen u. a. gute Erfolge erzielt haben, wird es zum Vorteil angerechnet, daß bei ihr nach der anfänglichen totalen Leitungsunterbrechung die Regeneration relativ schnell einsetzen und die Restitution der anfangs vollkommenen Lähmung eine besonders ausgiebige sein soll. Meines Erachtens ist diese rasche Wiederherstellung der Leitung ein Nachteil. In den Fällen, in welchen ich sie bisher angewandt habe, kam es bereits nach einem kurzen schmerzfreien Intervall bald wieder zu schweren Schmerzrezidiven. Ich habe bereits weiter oben bemerkt, daß ich auch mit der Vereisung rein sensibler Nerven ungünstige Erfahrungen gemacht und sie deshalb ganz aufgegeben habe.

Weit bessere Resultate als mit der Vereisung habe ich bei den Läsionen der gemischten Nerven mit der zentralen Blockade durch endoneurale Alkoholinjektion erzielt, noch sicherer und anhaltender aber sind die Ergebnisse mittels 5%iger Formalininjektion. Erlacher hat kürzlich über die verschiedenen Methoden der Leitungsunterbrechung hinsichtlich ihrer Vollständigkeit und Dauerhaftigkeit vergleichende Untersuchungen angestellt und ist zu dem Resultat gekommen, daß die Formalinmethode in dieser Hinsicht allen andern überlegen ist. Ich habe diese Methode in zahlreichen Fällen ausgeführt und in der überwiegenden Mehrzahl derselben vorzügliche und anhaltende Erfolge erzielt. In zweien dieser Fälle hatte ich vorher die zentrale Blockade mittels Vereisung angewandt, aber bereits nach kurzer Zeit schwere Rezidive erlebt.

Die zentrale Blockade mittelt Alkohol oder Formalin kommt besonders auch für die Fälle von inkompletter oder im ersten Stadium der Regeneration begriffener Ischiadicuslähmung in Betracht, in denen infolge alleiniger Integrität oder alleiniger Regeneration der Schmerzfasern eine hochgradige Tiefenhyperalgesie der Fußsohle besteht und dadurch die Gehfähigkeit mehr oder weniger stark behindert ist. In diesen Fällen führe ich die Formalininjektion in den N. tibialis im untersten Abschnitt des Unterschenkels etwas oberhalb vom Malleolus internus aus; dadurch entsteht eine völlige Analgesie der Fußsohle, und die Kranken erlangen ihre Gehfähigkeit mit einem Schlage zurück.

Für die zentrale Blockade durch Alkoholinjektionen in den Nervenstamm beim Nervenschußschmerz ist besonders Sicard eingetreten; er hat ebenso wie Grinda, Godelewski, Pitres und Marchand ausgezeichnete Erfolge damit erzielt. Meines Erachtens räumt aber Sicard dieser Methode ein viel zu breites Indikationsgebiet ein, indem er sie als die Methode der Wahl beim Nervenschußschmerz schlechthin erklärt. Er sowohl wie Pitres und Marchand behaupten, daß 60%iger Alkohol nur auf die sensiblen Fasern, nicht aber auf die motorischen Fasern wirke und daher keine Lähmung erzeuge bzw. eine bestehende Parese nicht verschlimmere, oder wenn eine motorische Lähmung entstehe, so gehe diese bald wieder zurück. Ich kann diese Angaben nicht bestätigen. Bei Anwendung von 60%igem Alkohol sah ich mehrfach völlige motorische Lähmung auftreten, andererseits war die Blockade der Schmerzfasern eine ungenügende und die Schmerzen bestanden fort. Selbst bei Anwendung noch konzentrierteren Alkohols (70- oder 80%igen) fand ich, daß die Blockade zwar anfangs vollkommen war, aber manchmal nach kurzer Zeit imperfekt wurde. Darum übe ich jetzt fast durchweg die Formalininjektion.

An Stelle der Blockierung der peripheren Nervenstämme kommt für gewisse Fälle die zentrale Blockade im Bereiche der Spinalganglien oder Wurzeln in Betracht. Sie ist erstens bei sehr zentralem Sitz der traumatischen Läsion indiziert, wenn die irritative Noxe an dem Orte der Verletzung selbst nicht beseitigt werden kann oder vergeblich angegangen worden ist; ferner aber auch bei peripherem Sitze der Läsion, wenn die anderen Operationsmethoden nicht zum Ziele geführt haben. Oehleker hat in einem Falle von schwerer Schußneuralgie des N. occipitalis die Exstirpation des zweiten Cervicalganglions mit gutem Erfolge ausgeführt, Hofmeister heilte eine solche des dritten Cervicalnerven durch Durchschneidung der dritten Cervicalwurzel. Ich habe in einem Falle von Schußverletzung des Kreuzbeins, bei der der fünfte Lendennerv und die Sacralnerven auf der rechten Seite in feste Callusmassen, die sich am Sacrum gebildet hatten, vollkommen eingemauert waren, auf der entsprechenden Seite die Filamenta radicularia posteriora von L_5—S_5 an ihrem Austritt aus der Lumbosacralanschwellung des Rückenmarkes durchtrennt. Die vorher bestehenden unerträglichen Schmerzen im Ichiadicus- und Pudendusgebiete, die den Kranken zu einem schweren Morphinisten gemacht hatten, sind durch die Operation völlig beseitigt worden. Perthes hat in einem Falle von Schußverletzung des Cervicalplexus mit außerordentlich heftigen Schmerzen im linken Arme die Resektion der hinteren 5.—8. Cervicalwurzel vorgenommen, mit dem Erfolge, daß nach anfänglichen kurzdauernden Schwankungen die Schmerzen vollständig und endgültig beseitigt wurden. Lehmann hat in einem Falle von Medianus- und Ulnarisverletzung mit heftigsten Schmerzen die Resektion der 4.—8. hinteren Cervicalwurzel mit Erfolg ausgeführt, nachdem zuerst die Neurolyse der Nerven, sodann die Durchschneidung oberhalb der Läsion erfolglos geblieben war.

Statt der Durchschneidung der Wurzeln haben Perthes und Schloessmann die Blockade derselben durch Vereisung empfohlen.

In der 1912 von mir zusammengestellten Literatur über die Durchschneidung hinterer Wurzeln zum Zwecke der Beseitigung von Schmerzen finden sich unter zahlreichen anderen auch mehrere Fälle von traumatischer Läsion peripherer Nerven und des Plexus cervicalis, in denen teils primär, teils nach vorangegangener peripherer Operation die entsprechenden hinteren Cervicalwurzeln reseziert wurden, teils mit, teils ohne Erfolg bezüglich der Schmerzzustände. Wenn auch die wenigen oben erwähnten während des Weltkrieges und in der Nachkriegszeit bei traumatischen Nervenläsionen ausgeführten Hinterwurzeldurchschneidungen (Perthes, Lehmann, Hofmeister, O. Foerster) günstige Resultate ergeben haben, muß doch auf Grund der wenig befriedigenden und un-

sicheren Resultate, welche die Durchschneidung der hinteren Wurzeln im allgemeinen bei Schmerzzuständen aufzuweisen hat, auch bei den traumatischen Läsionen der peripheren Nerven und der Plexus stets im Auge behalten werden, daß die hinteren Wurzeln nicht die einzige Leitungsbahn des Schmerzsystems darstellen, sondern daß auch die vorderen Wurzeln Schmerzfasern enthalten. Wenn es also angängig ist, so müßten, wollen wir des Erfolges sicherer sein, auch die entsprechenden vorderen Wurzeln reseziert werden. Da die vorderen Wurzeln in erster Linie motorische Funktionen haben und ihre Durchschneidung Lähmung im Gefolge hat, engt sich naturgemäß das Indikationsgebiet der gleichzeitigen Durchschneidung hinterer und vorderer Wurzeln beträchtlich ein. Jedenfalls ist in allen Fällen, in denen keine Lähmung von vornherein besteht, doch vorher sehr reiflich zu erwägen, ob die Beseitigung der Schmerzen für den teueren Preis einer Lähmung erkauft werden soll. Und selbst da, wo ein bestimmtes, peripheres Nervengebiet schon von vornherein gelähmt ist, würde durch die Durchschneidung der hinteren und vorderen Wurzeln die Lähmung sicher noch eine Ausdehnung auf bisher unberührte Muskelgebiete erfahren. Um die Schmerzen, die durch die traumatische Läsion eines bestimmten Nerven hervorgerufen wurden, radikal zu beseitigen, müssen alle diejenigen Wurzeln reseziert werden, durch welche afferente Fasern des betroffenen peripheren Nerven ins Rückenmark eintreten. Das sind für den N. medianus C_7—D_1, für den N. ulnaris C_7—D_1, für den N. radialis C_5—D_1, für den Musculocutaneus C_5—C_7, für den Axillaris C_4—C_6. Resezieren wir z. B. bei einer traumatischen Medianusläsion die entsprechenden Wurzeln C_7—D_1, so setzen wir gleichzeitig eine vollkommene Ulnarislähmung und eine partielle Radialislähmung. Aus diesen Erwägungen geht hervor, daß wir der gleichzeitigen Durchschneidung hinterer und vorderer Wurzeln unbedenklich nur da zustimmen können, wo bereits eine vollkommene Lähmung der Extremität besteht, oder die Lähmung bereits so ausgedehnt ist, daß eine Ausbreitung derselben auf bisher unberührte Muskelgebiete praktisch nicht allzusehr in die Wagschale fällt. In allen anderen Fällen versuche man es zunächst mit der alleinigen Durchschneidung der hinteren Wurzeln. Führt diese nicht zum Ziel, so steht uns immer noch, ehe wir an die Durchschneidung auch der vorderen Wurzeln herantreten und dadurch schwere Lähmungen erzeugen, ein anderer Weg zur Beseitigung der Schmerzen offen, der keine Lähmung im Gefolge hat und der, wenn die Operation gut gelingt, in den meisten Fällen sicher wirkt, das ist die Vorderseitenstrangdurchschneidung. Meines Wissens ist wegen traumatischer Nervenläsionen die gleichzeitige Durchschneidung der hinteren und vorderen Rückenmarkswurzeln bisher noch niemals ausgeführt worden.

Die Vorderseitenstrangdurchschneidung ist bei traumatischen Nervenläsionen zur Beseitigung von Schmerzzuständen bisher meines Wissens nur in einem Falle von Ischiadicusläsion von Frazier ausgeführt worden. Sie kommt für die traumatischen Nervenläsionen ebenso in Betracht wie für Schmerzzustände anderer Genese. Sie bietet bei richtiger technischer Durchführung eine sehr große Erfolgswahrscheinlichkeit, und ihr großer Vorteil ist der, daß keine Lähmung oder Ataxie durch sie erzeugt wird. Bei traumatischen Nervenläsionen der oberen Extremität ist die Durchschneidung so hoch wie möglich im Cervicalmark, am besten zwischen C_2 und C_3 vorzunehmen, da die vierte Cervicalis noch an der Versorgung der oberen Extremität beteiligt ist und die durch die vierte Cervicalis ins Mark eintretenden Fasern in der Höhe des dritten Cervicalsegmentes kreuzen, so daß sie in der Höhe des zweiten Segmentes bereits im kontralateralen Vorderseitenstrang vereint liegen. Bei den traumatischen Läsionen der unteren Extremität würde, dieselben Kreuzungsverhältnisse vorausgesetzt, die Vorderseitenstrangdurchschneidung etwa zwischen dem zwölften und elften Thoracalsegment zu erfolgen haben. Doch wissen wir bisher nicht, ob die zentralen Bahnen der lumbosacralen Segmente ihre Kreuzung ebenso rasch vollziehen, wie die der oberen Thoracal- und der Cervicalsegmente. Da überdies in technischer Beziehung die Durchschneidung im oberen Brustmark leichter als im unteren ist, empfiehlt es sich, bei traumatischen Läsionen der unteren Extremitäten die Operation etwa im Bereich des fünften oder vierten Thoracalsegmentes vorzunehmen.

Bei unseren bisherigen Betrachtungen sind wir von der Auffassung ausgegangen, daß die Schmerzen bei den traumatischen Nervenläsionen von einer pathologischen Irritation der im peripheren Nerven selbst verlaufenden Schmerzfasern zustande kommen. Diese Auffassung trifft auch zweifellos für die Mehrzahl der Fälle zu. Nun hat aber Leriche darauf aufmerksam gemacht, daß es bei der traumatischen Läsion der peripheren Nervenstämme vielfach gleichzeitig zu einer Läsion der Gefäße und des diese umspinnenden sympathischen Nervengeflechtes kommt. Die Irritation dieses ja zweifellos zum Teil aus afferenten Nervenfasern bestehenden Geflechts kann die Ursache heftigster Schmerzen sein. Die Resektion des von der Läsion getroffenen Abschnitts der Arterie beseitigt diese Schmerzen vielfach völlig. Das ist verständlich, denn durch die Resektion des erkrankten Gefäßabschnitts wird die Quelle des Schmerzes ausgeschaltet. Nun ist aber in solchen Fällen nach Beobachtungen von Leriche und zahlreichen anderen Autoren auch die Exstirpation des die Arterie umspinnenden periarteriellen sympathischen Nervengeflechts zentral von der

Läsionsstelle wirksam. Das ist schon schwerer verständlich. Denn die Annahme, daß die Beseitigung der Schmerzen auf einer zentralen Blockade der an der Stelle der Gefäßläsion irritierten sensiblen Gefäßnerven beruhe, setzt voraus, daß diese sensiblen Gefäßnerven eine geschlossene durchlaufende Bahn entlang der Gefäße bilden. Daß eine solche geschlossene durchlaufende periarterielle afferente Bahn existiert, halte ich für recht wahrscheinlich, aber sie stellt sicher nur einen der Wege dar, auf dem afferente Gefäßbahnen zum Rückenmark gelangen, während sicher ein großer Teil, wahrscheinlich die Hauptmasse der sensiblen Gefäßnerven, sukzessive in die Nervenstämme der Extremitäten übertritt. Nun ist es allerdings wahrscheinlich, daß, wenn die Denudation der Arterie nicht allzuweit zentral von der Läsionsstelle derselben vorgenommen wird, in dem zwischen dem Ort der Gefäßläsion und dem der Denudation gelegenen Bereich keine Äste von der Arterie in die Nervenstämme der Extremität übertreten. Unter diesen Umständen würde der Erfolg der periarteriellen Sympathektomie zentral von der Läsionsstelle des Gefäßes verständlich sein. Ob bei Gefäßläsionen die periarterielle Sympathektomie distal von der Stelle der Läsion von Erfolg begleitet ist, ist meines Wissens bisher noch nicht festgestellt. In Fällen, über die W. Lehmann und George Müller berichtet haben, handelte es sich um eine völlig andere Ursache der Schmerzen.

Nun ist aber die periarterielle Sympathektomie auch in solchen Fällen mit Erfolg ausgeführt worden, in denen die Quelle des Schmerzes wahrscheinlich gar nicht in einer pathologischen Irritation der die Arterie begleitenden afferenten Gefäßnerven, sondern in einer solchen der Schmerzfasern eines der Nervenstämme der Extremitäten selbst zu suchen war. Die Zahl der Autoren, welche über günstige Erfolge bei sogenannter Kausalgie, d. h. bei Schmerzzuständen infolge von traumatischen Nervenläsionen — der Terminus stammt von W. Mitchell — berichtet haben, ist so groß, daß an der Wirksamkeit des Eingriffs kaum gezweifelt werden kann. Außer Leriche selbst nenne ich unter anderen Brüning, Callander, Bobbio, Chesin, Hellwig, Grünberg, Maskewitsch, Meneau, Opokin, Platon, Turbin, Le Fort, Cotte, Agata, Butoiann und Stoian, Enderlen, Lehmann. Aber es sind auch zahlreiche Mißerfolge der periarteriellen Sympathektomie bei Kausalgie veröffentlicht worden, so von Tinel, Carton, Braizeff, Foix, Robineau, Enderlen, Cotte und auch von Leriche selbst. Wenn auch in einem Teil der Fälle, in welchen nach der periarteriellen Sympathektomie die Schmerzen verschwanden, gleichzeitig eine operative Intervention an den betroffenen Nerven selbst stattgefunden hat, so bleibt doch immer noch eine Anzahl übrig, in denen

der Erfolg lediglich der Leriche'schen Operation zugute geschrieben werden kann. Es fragt sich nun, wie dieser Erfolg zu erklären ist. Wir wissen, daß bei den traumatischen Läsionen der peripheren Nerven, besonders bei den Schußverletzungen derselben, neben den Störungen auf motorischem Gebiet (Lähmung, Parese) und auf sensiblem Gebiet (Schmerzen, Parästhesien, Sensibilitätsdefekte) auch ausgesprochene Störungen auf vegetativem Gebiet bestehen (vasomotorische Störungen, sekretorische Störungen, trophische Störungen, Störungen des Haarwachstums, der Nägel, des Knochensystems, der Hautbeschaffenheit usw.). Bezüglich der vasomotorischen Störungen können wir hauptsächlich zwei Gruppen unterscheiden, bei der einen besteht in dem peripheren Distributionsgebiet des lädierten Nerven eine ausgesprochene arterielle Vasodilatation, die Haut ist hellrot und heiß, meist geht dieser Zustand mit starker Hyperhidrosis und mit dünner zarter Beschaffenheit der Haut (glossy skin) einher: gleichzeitig bestehen heftige Spontanschmerzen, während die sensiblen und die motorischen Ausfallserscheinungen gering sind oder ganz fehlen. Alles spricht dafür, daß es sich in diesen Fällen um eine direkte Reizung der im peripheren Nerv verlaufenden efferenten vasodilatatorischen, sekretorischen und trophischen Fasern sowie um eine solche der Schmerzfasern handelt. Bei der andern Gruppe besteht in dem peripheren Distributionsgebiete des lädierten Nerven auf vasomotorischem Gebiet das Gegenteil, die Haut ist kalt und cyanotisch, infolge eines Spasmus der Arteriolen ist der Blutstrom verlangsamt oder er stagniert ganz, gleichzeitig fehlt die Schweißsekretion ganz oder sie ist stark herabgesetzt, die Haut ist trocken, hart, borkig und schuppig (Hyperkeratose): auf motorischem und sensiblem Gebiet bestehen meist stärkere Ausfallserscheinungen. Alles spricht dafür, daß es sich in diesen Fällen um eine Leitungsunterbrechung der im peripheren Nerven verlaufenden vegetativen, motorischen und afferenten Fasern handelt. Die letzteren werden an der Läsionsstelle gleichzeitig gereizt, wodurch die Schmerzen entstehen. Außer den geschilderten vasomotorischen, trophischen und sekretorischen Störungen in der peripheren Domäne des lädierten Nerven finden wir aber bei traumatischen Läsionen der peripheren Nerven, besonders bei den Schußverletzungen, vielfach solche Störungen auch außerhalb der eigentlichen Domäne des lädierten Nerven, sie können über die gesamte betroffene Extremität ausgebreitet sein und auch die homologe kontralaterale Extremität, die andere homolaterale Extremität, ja mehr oder weniger den gesamten Körper umfassen. Diese über die Domäne des vom Trauma betroffenen peripheren Nerven hinausgreifenden, abgelegenen Störungen auf vasomotorisch-trophisch-sekretorischem Gebiet halte ich

ebenso wie Oppenheim und andere Autoren für reflektorisch bedingt. Die am peripheren Nerven angreifende irritative Noxe wirkt durch die afferenten Bahnen auf das gesamte zentrale vegetative Nervensystem ein, welches diese ihm ständig zufließenden afferenten Erregungen mit weit über den Körper ausgebreiteten Reaktionen auf vasomotorisch-trophisch-sekretorischem Gebiet beantwortet, wobei die Reaktion teils in einer Erregung, teils in einer Hemmung der vegetativen Erfolgsorgane bestehen kann.

Nun wissen wir, daß der sogenannte physiologische Effekt der periarteriellen Sympathektomie in einem anfänglichen kurzen lokalen und peripheren Gefäßspasmus und einer darauf folgenden lange Zeit anhaltenden ausgesprochenen Gefäßerweiterung im peripheren Ausbreitungsgebiete der Arterie, an welcher die Denudation vorgenommen worden ist, besteht. Es liegt nahe, diese Hyperämie auch für das Verschwinden der Schmerzen ursächlich heranzuziehen. Daß angiospastische Zustände schmerzhaft sind, unterliegt keinem Zweifel, und es ist sehr wohl möglich, daß die Schmerzen, welche bei den traumatischen Läsionen der peripheren Nerven auftreten, nicht allein auf einer Reizung der im peripheren Nervenstamm verlaufenden Schmerzfasern, sondern zum Teil wenigstens auch auf dem der Unterbrechung dieses Nerven folgenden Krampfzustand der Arteriolen im peripheren Distributionsgebiete desselben beruhen. Dieser periphere Angiospasmus wird durch die periarterielle Sympathektomie behoben, und damit entfällt eine der Ursachen des Schmerzes. Für diese Auffassung spricht meines Erachtens auch der Umstand, daß wir in denjenigen Fällen von traumatischer Nervenläsion, welche mit Cyanose und Kälte, also mit einem Krampfzustand der peripheren Arteriolen einhergehen, wenigstens vorübergehend die Schmerzen auch durch andere hyperämisierende Maßnahmen, besonders durch feuchte Wärme und durch Diathermie, lindern oder beheben können. Mit dieser Auffassung ist aber auch die Tatsache vereinbar, daß die periarterielle Sympathektomie bei den mit Angiospasmus gepaarten Schmerzzuständen Erfolge und Mißerfolge zu verzeichnen hat, indem wahrscheinlich bei einem Teil der Fälle der Anteil, welchen der periphere Gefäßkrampf an der Entstehung der Schmerzen hat, überwiegt, in anderen Fällen aber gering ist gegenüber der direkten Irritation der Schmerzfasern des Nervenstammes. Leider ist in den Veröffentlichungen über die Resultate der periarteriellen Sympathektomie bei Kausalgie über den Zustand der peripheren Gefäße vor der Operation meist wenig oder garnichts mitgeteilt, so daß ein Urteil darüber, ob der von mir gegebene Erklärungsversuch stichhaltig ist, schwer abzugeben ist. Jedenfalls aber geht aus meinen Deduktionen hervor, daß die periarterielle Sympath-

ektomie nur da eine Aussicht auf Erfolg hat, wo ein peripherer Angiospasmus vorhanden ist, während sie meines Erachtens bei den von vornherein mit arterieller Hyperämie gepaarten Schmerzzuständen kontraindiziertist. Ich kenne auch keinen Fall der letzteren Kategorie, der durch die periarterielle Sympathektomie geheilt worden wäre. Sicher ist, daß in diesen letzteren Fällen alle peripheren hyperämisierenden Maßnahmen, besonders die Heißluftbehandlung, schmerzsteigernd wirken, während viele dieser Kranken durch Kälte-Applikationen, wenigstens vorübergehend, Linderung finden. Manche der Kranken halten ihre Hand oder ihren Fuß ständig in feucht-kalte Tücher eingewickelt, und sobald eine Erwärmung eintritt, erneuern sie die kühlende Kompresse. Einer meiner Kranken gab an, daß er nur dann Erleichterung verspüre, wenn er seine Hand in Schnee stecke. Nie vergessen werde ich einen Kranken mit einer Ischiadicusverletzung, der seinen hochgradig hyperämischen Fuß dauernd in feuchte Tücher eingepackt hielt und diese alle 10 Minuten mit einer Gießkanne, die er bei sich führte, frisch durchtränkte. Wir können also sagen, daß in den von vornherein mit arterieller Hyperämie einhergehenden Fällen kühlende, gefäßverengernde Maßnahmen schmerzlindernd wirken und daß für sie die im Sinne der arteriellen Hyperämie wirkende periarterielle Sympathektomie nicht in Betracht kommen kann. Der schmerzlindernde Einfluß der gefäßverengernden Maßnahmen bei vorhandener arterieller Hyperämie lehrt uns, daß an dem Zustandekommen der Schmerzen nicht nur die Reizung der Schmerzfasern innerhalb des Nerven an der Stelle der Läsion schuld ist, sondern daß hierbei offenbar auch die Reizung der Schmerzrezeptoren in der Peripherie durch die arterielle Hyperämie eine Rolle spielt. Beide Faktoren addieren sich zueinander, und wenn wir den peripheren Faktor vorübergehend ausschalten, so können für diese Zeit auch die Schmerzen sistieren. Umgekehrt wirkt aber auch das Gegenteil, die periphere Vasokonstriktion, welche sich in Cyanose und Kälte des Gliedes zu erkennen gibt, als Reiz auf die peripheren Schmerzrezeptoren, und dieser Reiz kann sich zu der Reizung der Schmerzfasern im Nervensystem hinzuaddieren. Wir kommen somit zu der Auffassung, daß bei den traumatischen Nervenläsionen an dem Zustandekommen der Schmerzen drei Faktoren zusammenwirken, erstens die Reizung der Schmerzfasern des lädierten Nerven an der Stelle der Läsion, zweitens der durch die Läsion des Nerven hervorgerufene Krampfzustand der peripheren Arteriolen, der eine direkte Quelle des Schmerzes, der in diesem Falle ein echter Gefäßschmerz ist, bilden kann, und endlich drittens die durch die veränderten peripheren Circulationsverhältnisse hervorgerufene Reizung der peripheren Schmerzrezeptoren. Auf die peripheren Gefäßveränderungen

wirkt die periarterielle Sympathektomie ein, sie löst den peripheren Angiospasmus. Damit ist aber auch ihre Wirkung erschöpft, und das erklärt meines Erachtens ihre Erfolge, aber auch die vielfachen Mißerfolge, die nicht ausbleiben können, wenn der erste Faktor, die direkte Reizung der Schmerzfasern des Nervenstammes an der Stelle der Läsion prävaliert oder wenn von vornherein eine arterielle Hyperämie besteht.

Daß durch die periarterielle Sympathektomie außer den Schmerzen auch die abliegenden reflektorisch bedingten Störungen auf dem Gebiete der vegetativen Sphäre beseitigt werden, ist recht schwer verständlich, wenn wir von der Auffassung ausgehen, daß diese Erscheinungen durch Irritation der afferenten Bahnen des lädierten Nerven reflektorisch zustande kommen. Wahrscheinlich sind aber auch an ihrem Zustandekommen zwei Faktoren beteiligt, erstens die Reizung der Schmerzfasern des Nervenstammes und zweitens die durch die peripheren Zirkulationsveränderungen hervorgerufene Reizung der Schmerzrezeptoren. Wird letztere durch die periarterielle Sympathektomie ausgeschaltet, so dokumentiert sich das nicht nur in dem Schwinden der Schmerzen, sondern es wird auch der den vegetativen Zentren zugeführte afferente Reiz herabgesetzt, und damit können die reflektorisch vermittelten vegetativen Reaktionen in der Körperperipherie schwinden. Dasselbe meint wohl Lehmann, wenn er sagt, daß mit dem Verschwinden der Schmerzen auch die sich in zahlreichen anderen Systemen äußernde Rebellion des sympathischen Nervensystems beeinflußt werde und daß man sich dies so erklären könne, daß durch die periarterielle Sympathektomie die Erregbarkeit der übergeordneten Zentren auf eine niedrigere Stufe herabgedrückt werde und daß diese neue Einstellung sich auch dem übrigen sympathischen System mitteile.

Es ist eine Eigentümlichkeit des sympathischen Systems, daß es auf Veränderungen, die eines seiner Glieder betreffen, leicht mit einer Alteration des ganzen Systems antwortet. Irritation eines Gliedes ist von einer Unruhe im ganzen Hause begleitet, wird die Irritation behoben, kehren Ruhe und Frieden schnellstens wieder. Ebenso hat Lähmung eines der sympathischen Glieder oft Ausfallserscheinungen in weitesten Bezirken des gesamten sympathischen Systems im Gefolge. Das sympathische System ist offenbar eine in gewissem Sinne geschlossene Einheit, die Veränderungen des Teiles beeinflussen das Ganze (Repercussabilité sympathique).

Aus dem Gesagten geht hervor, daß einerseits die Empirie lehrt, daß die periarterielle Sympathektomie bei den traumatischen Läsionen der peripheren Nerven zu den schmerzlindernden operativen Maßnahmen gerechnet werden muß, daß aber der Mechanismus ihrer Wirkung noch

in ein gewisses Dunkel gehüllt ist und jedenfalls in vielen Punkten noch der weiteren Klärung bedarf. Bezüglich der Indikation und Kontraindikation möchte ich mich auf das bereits Gesagte beschränken. Ich selbst habe von ihr bei traumatischen Läsionen, die mit Schmerzzuständen einhergingen, bisher nicht viel Günstiges gesehen.

2. Die Amputationsneurome.

Zunächst sind eine Anzahl von Methoden zu erwähnen, die dazu dienen sollen, das Zustandekommen der Amputationsneurome zu verhindern. Man hat zu diesem Zwecke vorgeschlagen, vor der Durchtrennung die einzelnen Nervenstämme soweit als möglich hervorzuziehen und soweit zentral als möglich zu durchschneiden, so daß infolge der nachträglichen Retraktion des Nerven die Schnittfläche desselben nicht in das freie Stumpfende des Gliedes zu liegen kommt. Dadurch soll verhütet werden, daß das später entstehende Amputationsneurom von dem Drucke, dem das freie Ende des Amputationsstumpfes ausgesetzt ist, unmittelbar betroffen wird. Moskowicz will das Entstehen der Amputationsneurome dadurch verhindern, daß er das zentrale Ende der durchschnittenen Nervenstämme in das benachbarte Muskelgewebe einpflanzt. Die vom zentralen Nervenende aussprossenden Fasern sollen im Muskel weiter auswachsen und es soll dadurch eine der wesentlichsten Bedingungen der Neurombildung fortfallen. Hedri gibt an, daß man die Ausbildung der Amputationsneurome dadurch vermeiden kann, daß die Nervendurchtrennung mit dem bis zur Weißglut erhitzten Paquelin vorgenommen wird und daß jeder Stumpf auf dieselbe Weise noch besonders verschorft wird. Eiselsberg und Payr loben das Verfahren. Chapple löst das Epineurium ringförmig ab und schiebt es eine Strecke weit aufwärts über die Nervenbündel zurück, diese werden dann hart an der Umschlagsstelle des Epineuriums durchschnitten und danach wird letzteres zurückgestreift und kappenartig über dem freien Nervenende zusammengelegt. Corner macht eine keilförmige Exzision aus dem freien Nervenende und näht das Epineurium unter Adaptation der freien Lappen überall fest aneinander. In älteren chirurgischen Lehrbüchern finden sich Vorschläge, die dahin gehen, die freien zentralen Enden zweier benachbarter Nerven miteinander zu vernähen, oder einen durchtrennten Nerven longitudinal zu spalten und die freien Enden der beiden Hälften auf einander zu nähen, oder schließlich in dem einen Nerven zentral von seiner Durchtrennungsstelle einen Schlitz anzulegen, durch diesen den benachbarten Nerven hindurchzuziehen und danach die freien Enden der beiden Nerven aufeinander zu nähen. Das erstere dieser Verfahren, die freien zentralen Enden zweier benachbarter Nerven zu

vernähen, ist von Moser auch zur Heilung bereits vorhandener Amputationsneurome, die ihrerseits zunächst reseziert wurden, empfohlen worden.

Meines Erachtens ist die sicherste Methode zur Verhütung von Amputationsneuromen die endoneurale Injektion von 5%igem Formalin in den Nervenstamm zentral von der Durchschneidungsstelle. Nach den experimentellen Untersuchungen von Huber und Lewis ist auch Injektion von 100%igem Alkohol ein sicheres Mittel die Entstehung eines Amputationsneuroms zu verhindern. Huber und Lewis fanden, daß alle amputierten Nerven, die mit dieser Methode behandelt waren, 6 Monate später in eine feine Spitze ausliefen und keine Spur von kolbiger Anschwellung aufwiesen. Stookey empfiehlt zur Verhütung der Neurombildung die Corner'sche Methode mit der Alkoholinjektion in den Nerven 2 oder 3 cm zentral von der obersten Naht des Epineuriums zu kombinieren.

Ist einmal ein schmerzhaftes Amputationsneurom zur Entwicklung gekommen, so nützt es nach meiner Erfahrung wenig, wenn man dasselbe wieder einfach reseziert, selbst wenn man die Resektion soweit zentral als möglich vornimmt. Ich habe zahlreiche Amputationsstümpfe gesehen, bei denen solche reiterierte Resektionen vorgenommen waren und die Stumpfschmerzen unverändert fortbestanden, weil sich nach jeder neuen Resektion rasch ein neues Neurom entwickelte. Die Methode der Wahl zur Behebung der Schmerzen bei Amputationsneuromen ist die Blockade aller bei der Ablatio membri durchtrennten Nerven mittels Formalin oder Alkohol soweit zentral als möglich. Es darf, besonders in schweren veralteten Fällen kein einziger Nerv dabei übersehen werden. Bei einer Ablatio humeri sind der Radialis und Axillaris bzw. der Fasciculus posterior, der Medianus, Musculocutaneus, Ulnaris und Cutaneus antibrachii medialis bzw. der Fasciculus lateralis und medialis zu blockieren. Der Cutaneus humeri internus und der Intercostohumeralis werden ihres dünnen Kalibers halber am besten neurexhairesiert. Außerdem empfiehlt es sich noch den Cutaneus humeri lateralis nach seinem Durchtritt durch die Fascie am hinteren Rande des Deltoideus freizulegen, weil er manchmal eine Anastomose vom N. supraclavicularis erhält und diese zu neurexhairesieren. Bei sehr hoher Ablatio humeri kommt auch noch die Neurexhairese des gesamten N. supraclavicularis in Betracht, da Endäste desselben bis in den oberen Teil des Oberarms herabreichen. Der N. supraclavicularis ist leicht am hinteren Rande des M. sternocleidomastoideus aufzufinden. Bei den Amputationsneuromen der unteren Extremität kommt bei der Ablatio femoris die zentrale Blockade des Ischiadicus, des Cruralis einschließlich des Saphenus und des Obturatorius in Betracht, die Cutanei femoris posterior und lateralis werden am besten

neurexhairesiert. Bei sehr hochreichender Ablatio femoris können noch Endäste des Genitofemoralis (Spermaticus externus und Lumboinguinalis) im Stumpfende adhärieren, weshalb auch deren Neurexhairese in Betracht kommen kann. Das Stumpfende muß tatsächlich völlig analgetisch werden, will man des Erfolges sicher sein. Ich habe diese radikale Methode der zentralen Blockade in 5 Fällen von Amputationsneuromen, die alle schon mehrfach mit wiederholten Resektionen der Neurome resultatlos behandelt worden waren, mit auszeichnetem Erfolge angewandt. In drei anderen Fällen, in denen ich weniger radikal vorgegangen bin, war der Erfolg weniger befriedigend. Über gute Resultate der zentralen Blockade durch Alkoholinjektion haben auch Sicard und Godelewski berichtet.

Statt der zentralen Blockade der peripheren Nervenstämme kommt zur Behebung der Schmerzzustände bei Amputationsneuromen auch die Durchschneidung der hinteren Rückenmarkswurzeln in Betracht. Ich habe in 4 Fällen von Ablatio femoris sämtliche hinteren Lumbosacralwurzeln auf der dem amputierten Bein entsprechenden Seite an ihrer Eintrittsstelle in das Rückenmark durchtrennt, 2 mal mit ausgezeichnetem Erfolg, in den beiden anderen Fällen war das Resultat kein befriedigendes, in dem einen Fall hatte ich bereits vorher die zentrale Blockade der peripheren Nervenstämme ohne durchgreifenden Erfolg ausgeführt. Diese Mißerfolge bei Hinterwurzeldurchschneidung lehren, daß eben bei manchen Individuen ein beträchtlicher Teil der Schmerzbahnen auch durch die vorderen Wurzeln passiert, während die durchschlagenden Erfolge in den beiden anderen Fällen lehren, daß unter Umständen durch die alleinige Hinterwurzeldurchschneidung die Leitungsbahnen des Schmerzgefühls so tiefgreifend getroffen werden, daß sich der periphere Schmerzreiz nicht mehr durchzusetzen vermag, ein Beweis, daß die Vorderwurzelleitung nicht bei allen Individuen in gleichem Maße ausgebildet ist; sie stellt eben nur eine Hilfsbahn von variabler Bedeutung dar. Meines Wissens ist die gleichzeitige Durchtrennung der hinteren und vorderen Wurzeln bei Amputationsneuromen bisher nicht ausgeführt worden. Es können aber gegen sie keine ernsten Bedenken erhoben werden da, wo die Absetzung des Gliedes sehr weit zentral erfolgt ist; die durch die Vorderwurzeldurchschneidung entstehende Lähmung der am Stumpfe noch angreifenden Muskeln wird unter diesen Umständen keine in die Wagschale fallende Verschlechterung des Zustandes des Kranken bedeuten. Wesentlich zurückhaltender wird man mit der gleichzeitigen Durchschneidung hinterer und vorderer Wurzeln bei tiefer gelegenen Amputationen sein müssen, bei denen oft viel darauf ankommt, die noch vorhandenen Muskeln zu schonen, um sie als Kraftquelle für

eine Prothese ausnutzen zu können. In diesen Fällen empfehle ich, ebenso wie bei den traumatischen Läsionen der peripheren Nerven an Stelle der kombinierten Hinter-Vorderwurzeldurchschneidung die Vorderseitenstrangdurchschneidung vorzunehmen. Ausgeführt ist sie meines Wissens bisher bei Amputationsneuromen noch nicht.

Schließlich ist noch zu erwähnen, daß auch die periarterielle Sympathektomie mehrfach bei Amputationsneuromen ausgeführt worden ist, von Leriche, Santy, Guillemin, Sherwood, George Müller u. a. Wie bei den traumatischen Nervenläsionen sind hierbei Erfolge und Mißerfolge zu verzeichnen. Ich habe sie in einem Falle schwerer Stumpfschmerzen infolge von Unterschenkelamputation dicht unterhalb des Knies an der Femoralis unterhalb des Poupart'schen Bandes ohne den geringsten Erfolg ausgeführt.

3. Tumoren der peripheren Nerven.

Die Tumoren der peripheren Nerven zerfallen in solche, die primär von letzteren ausgehen, und in Tumoren der Nachbarschaft, welche die Nervenstämme drücken, umklammern und durchwachsen. Unter den primären Tumoren der peripheren Nerven sind die Neurofibrome die häufigsten. Sie können isoliert vorkommen, weit häufiger aber treten sie multipel auf, wobei sie teils von den Nervenstämmen, teils von den feinen Nervenendigungen in der Haut ihren Ausgang nehmen. Diese multiplen Neurofibrome laufen unter verschiedenen Benennungen, Elephantiasis nervorum, Rankenneurom, multiple Neurofibromatose Recklinghausen's, Fibroma molluscum, Neurofibroma plexiforme. Auch die von Dejerine beschriebene sogenannte Névrite interstitielle hypertrophique gehört hierher. Sie kommen als relativ isolierte Gebilde an diesem und jenem Nerven vor, oft aber reiht sich ein Tumor rosenkranzartig an den anderen, über eine lange Strecke eines oder mehrerer Nerven hin, manchmal umgeben sie als spindelförmige Anschwellung die in ihrem Zentrum verlaufenden Nervenfascikel.

Die Neurofibrome können gelegentlich sarkomatös oder myxosarkomatös entarten (Garrè, Courvoisier u. a.), wobei rasch regionale Metastasen, häufig in demselben Nerven oder in den benachbarten Nerven, und selbst nach radikaler Entfernung rasch Rezidive auftreten (Garrè, Volkmann). Bisweilen ist die maligne Entartung eines vorher vorhandenen einfachen Neurofibroms auf ein Trauma zurückzuführen. Außer diesen sekundär aus einem Fibrom hervorgehenden malignen Neuromen gibt es auch primäre Sarkome (Fibrosarkome, Spindelzellsarkome, Myxosarkome) (Bloodgood, Mackenzie, Bobrow). Sie erreichen rasch eine beträchtliche Größe, neigen nicht sehr zu Rezidiven

und erzeugen keine regionären, sondern abgelegene Metastasen, besonders in der Lunge und der Pleura.

Als Neuroblastome werden Tumoren bezeichnet, die auf einer Wucherung und Neubildung des Neurilemms beruhen und neben markhaltigen und marklosen Nervenfasern auch Ganglienzellbildungen einschließen (Verecay, Stout, Wright). Sie sind im ganzen selten, am häufigsten sind sie noch am Sympathicus beobachtet (Brunner, Sauerbruch, Bielschowsky). Auch sie kommen isoliert und multipel vor. Schließlich ist noch zu erwähnen, daß bei der Lepra gelegentlich tumorartige knotenförmige Verdickungen in den Nervenstämmen, besonders am Ulnaris beobachtet werden.

Die primären Tumoren der peripheren Nerven, besonders die Fibrome und zwar sowohl die isolierten wie die multiplen äußern sich nicht selten lediglich in mehr oder weniger heftigen Schmerzen und Störungen in der vegetativen Sphäre, während Lähmungserscheinungen und Sensibilitätsdefekte lange Zeit ganz fehlen können. Die Fibrome haben die Eigenschaft, die Nervenkabel einfach zur Seite zu verdrängen oder zu umgeben; erst relativ spät kommt es zum Zugrundegehen der Nervenfasern. Bei fehlenden motorischen und sensiblen Ausfallserscheinungen empfiehlt es sich, den Tumor, wenn möglich, unter Schonung der erhaltenen Nervenfascikel aus dem Nervenstamm auszuschälen. Das ist von Stookey u. a. mit Erfolg durchgeführt worden. In einem von mir operierten Fall von Neurom des Medianus, in dem nur Schmerzen, aber keine Ausfallserscheinungen bestanden, gelang die isolierte Ausschälung des Tumors unter Schonung der erhaltenen Nervenfascikel nicht. Ich habe daher die Kontinuitätsresektion vorgenommen und die Nervennaht angeschlossen, die Schmerzen wurden völlig beseitigt, die durch die Operation entstandene Medianuslähmung heilte per regenerationem. Welcher Weg, ob Ausschälung unter Schonung der erhaltenen Fascikel oder ob Totalresektion mit nachfolgender Naht, einzuschlagen ist, hängt in erster Linie von dem jeweiligen anatomischen Befunde ab.

Bei der multiplen Neurofibromatose kommen trotz der Multilokularität des Prozesses unter Umständen operative Eingriffe an einzelnen Nerven in Betracht. So habe ich in einem Falle von Recklinghausen'scher Krankheit ein faustgroßes Neurom am Hinterkopf reseziert, dasselbe ging vom N. occipitalis major aus. Abgesehen von den furchtbaren Schmerzen, die der Kranke hatte, und abgesehen davon, daß es ihn vollkommen am Liegen hinderte, hatte es die Hinterhauptsschuppe derartig arrodiert, daß ein Durchbruch in die Schädelhöhle drohte. Ich habe an die Exstirpation des Tumors die Neurexhairese des N. occipitalis major angeschlossen. Der Kranke wurde durch die Operation völlig

von seinen Beschwerden befreit; die am übrigen Körper verbreiteten zahlreichen kleinen Tumoren machten keine besonderen Schmerzen. In dem oben erwähnten, von mir operierten Falle von Medianusneurom war gleichzeitig ein Rankenneurom am Handteller, vorhanden das vom N. digit. volaris communis des Ulnaris ausging, und zusammen mit diesem exstirpiert wurde: ferner bestand noch am Ulnarisstamm etwas oberhalb des Handgelenkes ein Kontinuitätsneurom, das der zentralen Fortsetzung des Ramus superficialis angehörte und das unter Schonung des dem Ramus profundus entsprechenden Anteils des Stammes reseziert werden konnte. Die Naht des Superficialisanteils des Stammes habe ich nicht angeschlossen, da sie technisch schwierig gewesen wäre, vor allem aber, da von den peripheren Verzweigungen des Superficialis der Hauptteil, der N. dig. vol. communis IV in breiter Ausdehnung reseziert war. Die Schmerzen waren mit diesem Eingriff vollkommen und dauernd beseitigt. Die Kranke hatte noch an einer anderen Stelle ein Neurofibrom, nämlich an der 6. oder 7. Thoracalwurzel, das heftige Wurzelschmerzen und Druckerscheinungen auf das Rückenmark ausübte. Sie hat aber die Entfernung dieses Tumors abgelehnt.

Bei den malignen Tumoren der Nervenstämme ist natürlich die möglichst radikale Exstirpation des Tumors dringend geboten. Dabei ist unter Umständen eine Nervenresektion auf weite Strecken erforderlich (Mackenzie, Bobrow). Die Rücksichten auf Schonung der etwa erhaltenen motorischen Funktionen des Nerven und auf die Möglichkeit einer Wiedervereinigung der Nervenenden nach der Resektion durch Naht treten bei den malignen Tumoren naturgemäß ganz in den Hintergrund. Bei den lokalisierten leprösen Pseudotumoren ist ebenfalls radikale Exzision, wenn möglich, mit anschließender Naht erforderlich.

Die Tumoren, welche in der Nachbarschaft eines oder mehrerer Nervenstämme gelegen sind, erzeugen ebenso wie die primären Tumoren des Nervenstammes teils reine sensible Reizerscheinungen, also vor allem Schmerzen, teils motorische und sensible Ausfallserscheinungen. Sie wirken entweder durch Druck auf die benachbarten Nerven ein oder, wenn sie maligne sind, können sie letztere regelrecht durchwachsen und infiltrieren. Die Behandlung besteht, wenn möglich, in der Exstirpation des Tumors und der Lösung der Nervenstämme. Sind narbige Veränderungen im Innern des Nerven entstanden, die als selbständige Quelle der Schmerzen in Betracht kommen, so ist die Resektion des narbigen Abschnittes mit anschließender Naht geboten. Die Resektion auf größere Strecken kommt für alle die Fälle in Betracht, in denen eine Durchwachsung der Nerven durch den Tumor eingetreten ist. Hierbei wird manchmal eine sekundäre Naht nicht möglich sein. Ist

eine radikale Entfernung des Tumors nicht möglich, so kommt zur Behebung der Schmerzen entweder die Blockade der Nervenstämme mittels Formalin oder Alkohol möglichst weit zentral von der Stelle der Läsion, oder die Resektion der hinteren eventuell auch der vorderen Rückenmarkswurzeln oder schließlich die Vorderseitenstrangdurchschneidung in Betracht. Schloessmann hat in einem Fall von Beckensarkom mit Druck auf den Plexus lumbosacralis und furchtbaren Schmerzen in dem zugehörigen Bein die Vereisung der hinteren Lumbosacralwurzeln mit Erfolg ausgeführt. Unter den im Jahre 1912 von mir zusammengestellten 44 Fällen von Hinterwurzeldurchschneidung, in denen letztere zur Beseitigung von Schmerzen vorgenommen wurde, fanden sich 7 Fälle, in denen bösartige Tumoren einen Druck auf den Plexus brachialis oder lumbosacralis ausübten. In der Mehrzahl dieser Fälle hatte die Hinterwurzeldurchschneidung keinen oder nur einen vorübergehenden Erfolg aufzuweisen. Gleichzeitige Hinter- und Vorderwurzeldurchschneidung ist bisher meines Wissens nicht vorgenommen worden.

Die Durchschneidung des Vorderseitenstranges ist in Fällen von bösartigen Tumoren im Bereiche des Plexus lumbosacralis von E. Beer, von Schwab und Frazier mit Erfolg ausgeführt worden. Auch Sicard hat über günstige Ergebnisse berichtet. In dem Falle von Schwab war vorher die Durchschneidung der hinteren Wurzeln ohne Erfolg ausgeführt worden. Die Kranke hat nach der Vorderseitenstrangdurchschneidung noch $^3/_4$ Jahre gelebt und war bis zuletzt schmerzfrei. Der Tod trat durch Kachexie ein.

4. Andere Prozesse in der Nachbarschaft der peripheren Nervenstämme oder Plexus.

In Betracht kommen vor allem alle akuten und chronisch entzündlichen Prozesse in der Umgebung der Nervenstämme, besonders Phlegmonen, Tuberkulose, Gelenkprozesse, Phlebitiden, Exostosen, Aneurysmen, ferner Narbenbildungen nach abgelaufenen Entzündungen, und besonders auch bei ischämischen Muskelkontrakturen. Alle diese Prozesse können auf die peripheren Nervenstämme oder die Plexus drücken und neben Lähmungserscheinungen auch heftige Schmerzen und Parästhesien erzeugen. Bei vielen dieser Erkrankungen ist eine kausale Therapie möglich, die Nervenstämme sind dabei aus ihren Verwachsungen zu lösen. Vielfach hat gerade die einfache Neurolyse bei derartigen Affektionen ausgezeichnete Erfolge zu verzeichnen: nach Lage der Umstände kann aber auch Resektion des vernarbten Nervenabschnittes mit anschließender Naht erforderlich werden. Da, wo eine Ausschaltung der Noxe in loco nicht möglich ist, und die Schmerzen fortbestehen, kommt die palliative Blockie-

rung der peripheren Nervenstämme zentral von der Läsion oder die Wurzeldurchschneidung oder die Vorderseitenstrangdurchschneidung in Betracht. Hinterwurzeldurchschneidungen sind aus dieser Indikation mehrfach vorgenommen worden, teis mit, teils ohne Erfolg. Beobachtungen über Vorderseitenstrangdurchschneidungen liegen bei derartigen Prozessen bisher nicht vor.

Besondere Erwähnung verdienen in diesem Kapitel die sogenannten Halsrippen, welche nicht selten Symptome von seiten

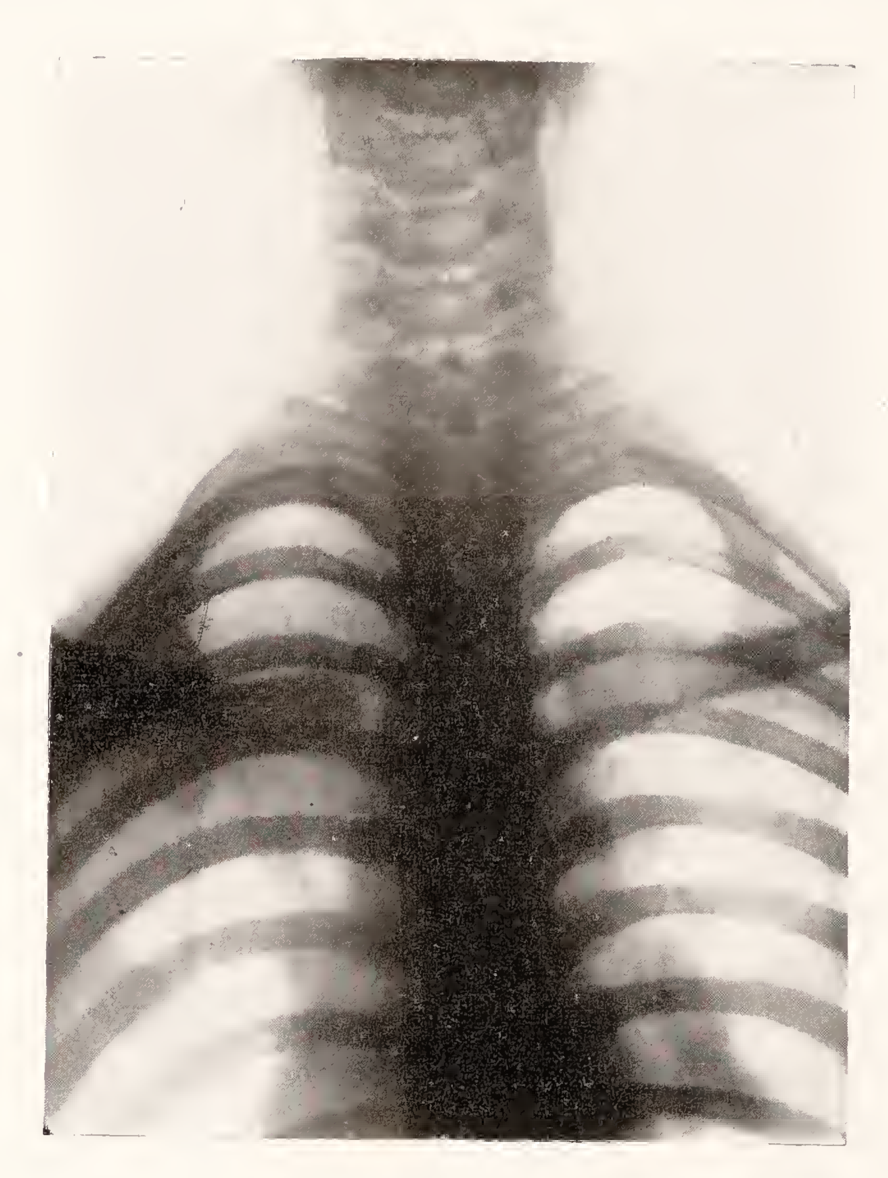


Abb. 78.
Pseudohalsrippe. Abnorm langer Processus transversus des siebenten Halswirbels beiderseits. Rechterseits heftige, jeder Behandlung trotzende Armneuralgie ohne alle objektiven Ausfallserscheinungen seitens der Armnerven.

des Plexus brachialis verursachen. Ich bemerke ausdrücklich, daß diese Anomalien häufiger sind als angenommen wird, daß Lähmungserscheinungen und Sensibilitätsdefekte ganz fehlen können, und Schmerzen und Parästhesien oft verbunden mit leichten vasomotorischen Störungen das einzige Symptom bilden können. In jedem Falle von sogenannter Armneuralgie sollte an das Vorhandensein einer Halsrippe gedacht werden. Die häufigste Form der sogenannten Halsrippe besteht in einer Verlängerung des Proc. transv. des siebenten Halswirbels (Abb. 78), von dessen Ende ein fibröser Strang zur ersten Rippe hinzieht. Letzterer

trägt dabei die Hauptschuld an den Symptomen von seiten des Plexus. Es kann aber auch eine reguläre mit dem Proc. transv. des siebenten Halswirbels artikulierende mehr oder weniger rudimentäre siebente Halsrippe vorhanden sein (Abb. 79). Diese zieht entweder zwischen dem siebenten und achten Halsnerven hindurch, oder der achte Halsnerv und der erste Thoracalnerv ziehen über sie hinweg. Es kommt aber auch vor, daß eine besondere Anomalie von seiten der Skelettanlage garnicht vorhanden ist, sondern daß lediglich eine sogenannte postfixierte Anlage

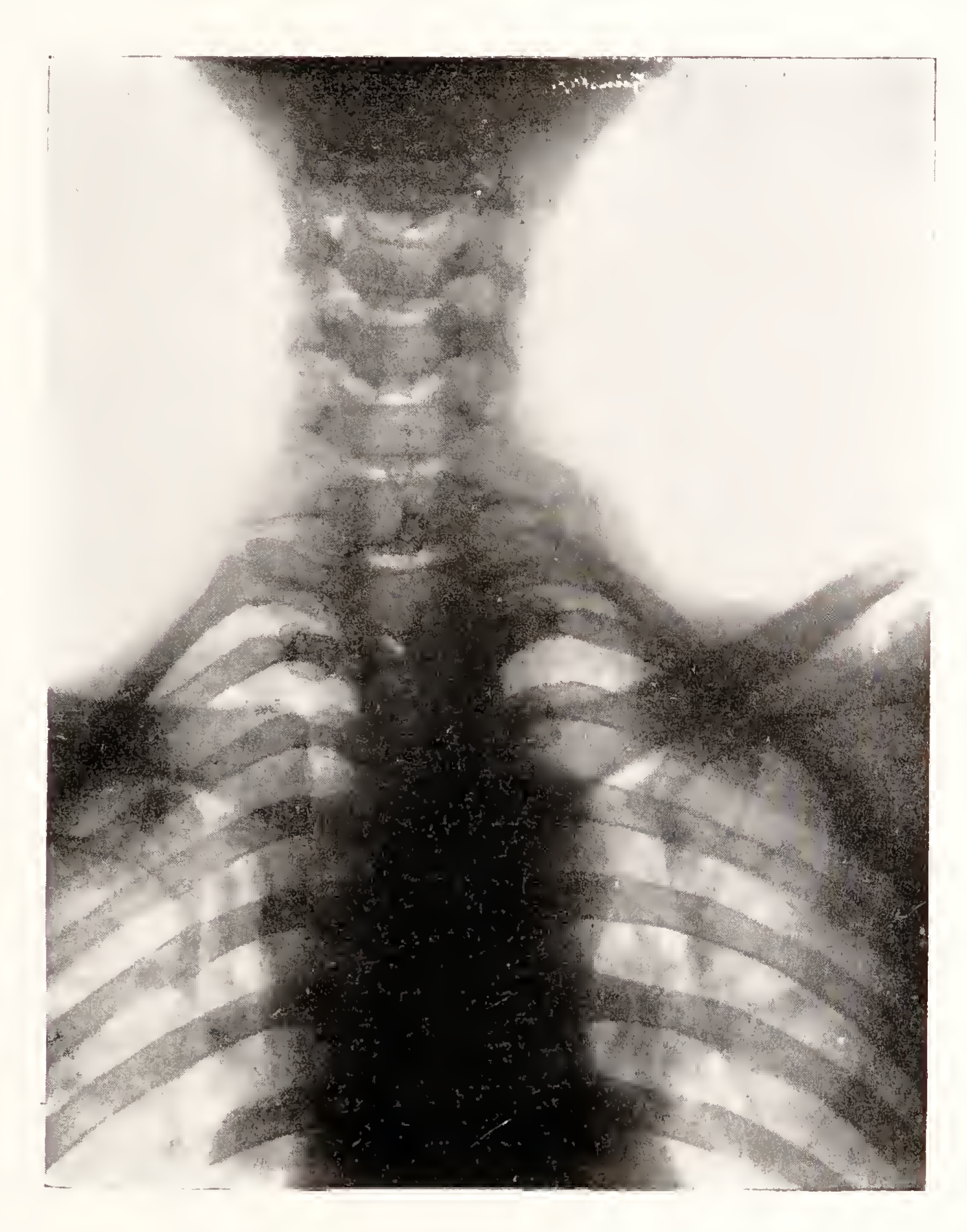


Abb. 79.
Halsrippe links, abnorm langer Processus transversus rechts. Schwere Armneuralgie ohne alle Ausfallserscheinungen seitens der Armnerven.

des Plexus besteht, und der zweite Dorsalnerv an der Bildung desselben beteiligt ist, wobei dessen Anteil an der Plexusbildung über die normale erste Rippe hinwegzieht. Auch unter diesen Umständen werden Reiz- und Lähmungserscheinungen von seiten des Plexus beobachtet.

Die Therapie besteht bei starken Schmerzen mit und ohne Lähmungserscheinungen in der Exstirpation der Halsrippe bzw. des oben erwähnten fibrösen Stranges, der vom Proc. transv. des siebenten Halswirbels zur ersten Rippe hinzieht. Die subperiostale Auslösung der

Knochenteile ist wegen der Gefahr der Wiederneubildung ungenügend, vielmehr müssen dieselben einschließlich des Periostes entfernt werden. Der Zugang zu der Halsrippe findet am leichtesten von der Hinterseite des Plexus aus statt. Lehmann und George Müller haben beim Halsrippensyndrom auch die periarterielle Sympathektomie mit Erfolg vorgenommen. In dem Fall Lehmann's hatte die vorher ausgeführte Exstirpation der Rippe die Schmerzen nicht nur nicht beseitigt, sondern sogar verschlimmert.

In den Fällen, in denen die Rippenexstirpation nicht zum Ziele führt oder wegen technischer Schwierigkeiten nicht durchführbar ist, kommt unter Umständen die palliative Wurzelresektion oder noch besser die Vorderseitenstrangdurchschneidung in Betracht.

5. Toxisch-infektiöse Neuritiden.

Bei den Neuritiden im engeren Sinne sowohl bei der Mononeuritis wie der Polyneuritis stellen die Schmerzen eines der konstantesten Symptome dar. Bemerkenswert ist der Umstand, daß manche Neuritisformen durch ganz besondere Heftigkeit und Hartnäckigkeit der Schmerzen ausgezeichnet sind, z. B. die Arsenpolyneuritis und zum Teil auch die Neuritis alcoholica, während manche Neuritiden anderer Ätiologie Schmerzen oft ganz vermissen lassen, wie z. B. die diphtherotoxische Neuritis. Nicht selten präsentiert sich eine Neuritis, lediglich unter dem Bilde heftigster Spontanschmerzen bei völligem Fehlen von Ausfallserscheinungen auf dem Gebiete der Motilität, der Sensibilität und der Reflexe, so daß man in solchen Fällen vielfach von Neuralgien spricht. Ich erwähne u. a. nur die Malarianeuralgien und die Bleineuralgien, Alkohol- und Tabakneuralgien, diabetische Neuralgien, Gichtneuralgien u. a. zu erwähnen sind auch die sogenannten rheumatischen Neuritiden, d. h. Reizzustände peripherer Nerven, welche evidentermaßen durch refrigeratorische Einflüsse ausgelöst werden, bei denen aber eine sogenannte rheumatische Diathese zugrunde liegt, die ihrerseits wahrscheinlich in Stoffwechselstörungen, speziell in solchen des Harnsäurestoffwechsels (sogenannte harnsaure Diathese) oder des Oxalsäurestoffwechsels (oxalsaure Diathese) begründet sein dürfte.

Die Schmerzzustände bei den toxisch-infektiösen Neuritiden sind höchst selten Gegenstand der operativen Therapie. Mit der Ausschaltung der jeweils vorhandenen ätiologischen Noxe pflegen wenigstens die Schmerzen fast immer mehr oder weniger rasch zu weichen. Damit soll aber nicht gesagt sein, daß nicht gelegentlich doch in dem einen oder anderen Falle toxisch-infektiöser Neuritis zur Beseitigung von Schmerzen eine operative Intervention angezeigt erscheinen kann, be-

sonders da, wo es sich um mehr oder weniger umschriebene Schmerzzustände innerhalb eines einzelnen peripheren Nerven oder einer Extremität handelt. In solchen Fällen wäre zunächst an die zentrale Blockade des betreffenden Nerven mittels Formalin oder Alkohol zu denken. Es darf aber nicht übersehen werden, daß bei den sogenannten toxisch-infektiösen Neuritiden der Krankheitsprozeß häufig sehr weit zentral reicht, ja daß er häufig auch die spinalen Wurzeln mit beteiligt (aufsteigende Degeneration der Hinterstränge!). Die zentrale Blockade im Bereiche des peripheren Nerven kann also in solchen Fällen erfolglos bleiben. An ihre Stelle hätte gegebenenfalls die Durchschneidung der Rückenmarkswurzeln bzw. die Vorderseitenstrangdurchschneidung zu treten.

6. Die Neuralgien.

Es ist hier nicht der Ort in eine Diskussion über den Neuralgiebegriff einzutreten. Nur so viel sei gesagt, daß man unter diesen Begriff meist nur diejenigen Affektionen des Nervensystems rechnet, bei denen die Schmerzen das Bild beherrschen, und Ausfallserscheinungen auf dem Gebiete der Motilität, Sensibilität und Reflexe fehlen. Aber selbst bei dieser Begrenzung der zu den Neuralgien zählenden Schmerzzustände müssen innerhalb der Gruppe der Neuralgien im weiteren Sinne noch zwei Untergruppen scharf unterschieden werden, die sogenannten symptomatischen Neuralgien, bei denen eine bestimmte greifbare Noxe auf einen Nervenstamm irritativ wirkt, und die genuinen Neuralgien oder echten Neuralgien im engeren Sinne, bei denen die irritative Noxe bisher wenigstens nicht eruierbar ist. Geht man nun noch einen Schritt weiter und rechnet zu den echten genuinen Neuralgien nur diejenigen Fälle, in denen die Schmerzzustände einen ausgesprochen paroxysmalen Charakter tragen, so engt sich der Begriff der genuinen Neuralgie allerdings sehr ein, und es bleibt fast nur die Trigeminusneuralgie als Vertreter der echten genuinen Neuralgien bestehen. Tatsache ist, daß es sich bei der überwiegenden Mehrzahl der als Neuralgien bezeichneten Schmerzzustände um symptomatische Neuralgien handelt. Da diese bei den verschiedenartigsten auf die peripheren Nerven oder die zentralen Abschnitte des afferenten Nervensystems als irritative Noxe einwirkenden Prozessen vorkommen, diese letzteren aber sehr leicht neben den Schmerzen auch Ausfallssymptome auf motorischem oder sensiblem Gebiete nach sich ziehen können, so ist klar, daß die Abgrenzung der symptomatischen Neuralgien gegen die übrigen mit Schmerzen einhergehenden Affektionen des Nervensystems keine scharfe ist, sondern daß hier fließende Übergänge bestehen. Der Begriff der

symptomatischen Neuralgie ist kein ätiologischer, sondern ein symptomatologischer, entstanden nach dem Grundsatze de potiori fit denominatio. Eine Ischias ist bei scharf durchgeführter Begriffsfassung so lange eine Neuralgie als nur Schmerzen vorhanden sind, würde aber mit dem Augenblick, in dem z. B. der Achillesreflex schwindet, aus der Gruppe der Neuralgien auszuscheiden haben. Die Schmerzzustände bei einer Halsrippe werden so lange als symptomatische Neuralgie gelten, als außer ihnen kein anderes Symptom vorhanden ist, aber mit dem Augenblicke, in dem eine Parese der Interossei und der Daumenballenmuskulatur oder oculo-pupilläre Symptome hinzutreten, werden dieselben anders zu rubrizieren sein. Wurzelneurinome verursachen häufig anfangs lediglich heftige Schmerzen in dem Ausbreitungsgebiete der betroffenen hinteren Wurzel: und vielfach kommt es auch später trotz völliger Leitungsunterbrechung dieser Wurzel durch die Geschwulst, infolge der Überlagerung der benachbarten Wurzelzonen zu keinerlei Ausfallsymptomen. Sobald aber mehrere benachbarte Wurzeln von der Geschwulst tangiert werden, treten nach einem Anfangsstadium, in dem nur Schmerzen vorhanden sind. später mit zunehmendem Druck auf die Wurzeln ausgesprochene sensible Ausfallserscheinungen auf. Der erstere Fall kann mit gutem Recht unter den Begriff der symptomatischen Neuralgie gerechnet werden, der letztere nicht mehr. Man sieht deutlich, wie fließend hier überall die Grenzen sind und daß eine engherzige Begriffsbestimmung manchmal geradezu spitzfindig erscheinen muß. Die Hauptsache ist, daß in jedem Falle von Neuralgie, in dem außer den Schmerzen keinerlei andere Symptome aufgedeckt werden können, gleichwohl auf das sorgfältigste anamnestisch und mit allen zur Verfügung stehenden Mitteln der Diagnostik auf das Vorhandensein einer greifbaren irritativen Noxe gefahndet werden muß, damit bei der Therapie der Indicatio causalis nach Möglichkeit Genüge geschehe.

Nach diesen allgemeinen Bemerkungen über die Neuralgien treten wir in eine Besprechung der wichtigsten Neuralgieformen ein.

a) Die Trigeminusneuralgie. Obwohl die echte genuine Trigeminusneuralgie durch ihre Symptomatologie, besonders durch den paroxysmalen Charakter der Schmerzen und durch die Faktoren, welche den Paroxysmus auszulösen vermögen, scharf gekennzeichnet wird, haben wir uns doch angesichts jeden Falles von sogenanntem Gesichtsschmerz immer wieder die Frage: symptomatisch oder genuin? vorzulegen. Wie viel Fälle laufen unter der Diagnose Gesichtsneuralgie, bei denen Zahnaffektionen, Nebenhöhlenaffektionen, Augenleiden oder andere im peripheren Distributionsgebiet des Trigeminus lokalisierte Krankheitsprozesse die Causa peccans dieser Pseudoneuralgie bilden.

Mehrfach konnte ich als Ursache einer angeblichen Trigeminusneuralgie eine Affektion des Kiefergelenks aufdecken. Von den Krankheitsprozessen, welche zu einer symptomatischen Neuralgie des Trigeminus führen, nenne ich an erster Stelle die traumatischen Affektionen der Trigeminuswurzel oder der einzelnen Trigeminusäste. Basale Lues cerebri beginnt nicht selten unter dem typischen Bilde der Trigeminusneuralgie: dasselbe gilt von den an sich seltenen Tumoren des Ganglion Gasseri oder den Neurinomen der Trigeminuswurzel, ferner von den Tumoren der Schädelbasis, die die Trigeminusäste oder die Trigeminuswurzel direkt einbeziehen. Aber auch bei den Kleinhirnbrückenwinkeltumoren, überhaupt bei Tumoren der hinteren Schädelgrube und schließlich auch bei Hirntumoren jedweder Lokalisation kann Gesichtsschmerz als Nachbarschafts- oder Fernsymptom vorkommen. Dasselbe gilt von der akuten epidemischen und der tuberkulösen Meningitis. Sodann ist daran zu erinnern, daß im Verlauf der Tabes, der Syringobulbie und der multiplen Sklerose Gesichtsschmerzen, die manchmal durchaus den Charakter der echten genuinen Trigeminusneuralgie tragen, vorkommen und daß sensible Ausfallserscheinungen im Gesicht hierbei einige Zeit fehlen können. Toxischinfektiöse Neuritiden können das Trigeminusgebiet befallen und zu heftigem Gesichtsschmerz führen. Eine besondere Form der symptomatischen Trigeminusneuralgie stellt die arteriosklerotische Neuritis der Trigeminusstämme bzw. der Trigeminuswurzel dar.

Eine andere Gruppe des symptomatischen Gesichtsschmerzes umfaßt alle diejenigen Fälle, in welchen der letztere gar nicht auf einer direkten Reizung der Fasern des Trigeminus oder seiner Wurzeln beruht, sondern lediglich durch Irradiation zustandekommt. Das ist besonders bei den verschiedensten Erkrankungen innerer Organe der Fall. Ich habe früher ausführlich dargelegt, wie wir uns das Zustandekommen dieser Gesichtsschmerzen zu denken haben. Das Bemerkenswerte an diesem irradiierten Gesichtsschmerz ist der Umstand, daß er manchmal das einzige hervorstechende Symptom bildet, daß ein lokaler Eingeweideschmerz ganz fehlen kann und daß auch diejenigen Körperdermatome, in welche im allgemeinen der Schmerz bei den Erkrankungen eines bestimmten inneren Organs zunächst projiziert zu werden pflegt, gelegentlich frei von Irradiationsschmerz bleiben können. Der Gesichtsschmerz kann der einzige Indikator der Erkrankung eines inneren Organs sein. Schließlich ist noch zu erwähnen, daß bei Allgemeinerkrankungen, Anämie, Kachexie usw. Gesichtsschmerzen häufig vorkommen, daß sie ferner bei Neuropathen und Hysterikern keine Seltenheit sind.

In allen Fällen von sogenanntem symptomatischen Gesichtsschmerz hat die Therapie wenn irgend möglich der Indicatio causalis zu genügen und ist dazu auch erfreulicherweise in zahlreichen Fällen imstande. Auf Einzelheiten braucht hier nicht eingegangen zu werden. Ich möchte nur bemerken, daß sogar in einem Fall von primärem Tumor des Ganglion Gasseri, über den Sachs berichtet hat, der Tumor durch Operation radikal entfernt werden konnte. In den Fällen von Tumor cerebri, in welchen die Trigeminuswurzel nicht direkt im Bereich des Tumors gelegen ist, sondern der Gesichtsschmerz nur die Bedeutung eines Nachbarschafts- oder Fernsymptoms besitzt oder auf den allgemeinen Hirndruck zurückzuführen ist, wird nicht nur in den Fällen, in welchen die radikale Entfernung des Tumors gelingt, eine Beseitigung des Gesichtsschmerzes erzielt, sondern häufig auch da, wo nur eine dekompressive Trepanation möglich ist.

Für die Behandlung der echten genuinen Trigeminusneuralgie kommen folgende operativen Maßnahmen in Betracht: 1. Ast- und Stamminfiltrationen mittels Novocain oder Alkohol. 2. Die Neurexhairese der Trigeminusäste. 3. Injektion von Alkohol in das Ganglion Gasseri (Harris, Haertel) durch das Foramen ovale oder Foramen rotundum. 4. Exstirpation des Ganglion Gasseri (Krause). 5. Resektion der gesamten Trigeminuswurzel, totale Resektion der sensiblen Wurzel, subtotale Resektion der sensiblen Wurzel unter Schonung der den ophthalmischen Fasern entsprechenden innersten Fascikel (Frazier). 6. Durchschneidung oder Resektion des Halssympathicus. 7. Periarterielle Sympathektomie der Carotis communis und Carotis externa (Leriche).

Bei isolierten Neuralgien des zweiten oder dritten Trigeminusastes ist nach meiner Ansicht die Methode der Wahl die Stamminfiltration mittels Alkohol in der Fossa sphenomaxillaris oder am Foramen ovale. Diese ergibt so gute Resultate und, selbst wenn Rezidive eintreten, kann durch eine erneute Injektion das Leiden auf längere Zeit wieder gebannt werden, daß zunächst wenigstens für diese isolierten Neuralgien andere Methoden nicht in Betracht gezogen zu werden brauchen. Bei den isolierten Neuralgien des ersten Astes ist nach meiner Erfahrung die Wirkung der Alkoholinjektionen viel weniger nachhaltig, weil nach Lage der anatomischen Verhältnisse die Blockade viel peripherer erfolgt als bei den Stamminjektionen des zweiten und dritten Astes. Ich pflege daher bei hartnäckigen Neuralgien des ersten Astes, die übrigens sehr viel seltener als die des zweiten und dritten Astes sind, zunächst die Neurexhairese des Supraorbitalis und Frontalis, eventuell auch noch des Lacrimalis und Supratrochlearis auszuführen. Bei den kombinierten Neuralgien des zweiten und dritten Astes, die meist schon ein vor-

gerückteres Stadium der Trigeminusneuralgie darstellen, kommt man manchmal auch mit den kombinierten Alkoholinjektionen in den Stamm des zweiten und dritten Astes aus, doch sind hierbei durchschlagende und nachhaltige Erfolge zweifellos seltener als bei den isolierten Neuralgien eines Astes. Was die Alkoholinfiltration des Ganglion Gasseri anlangt, so ist zweifellos im Falle des Gelingens der unmittelbare Erfolg ein verblüffender. Aber diese Methode hat doch ihre Schattenseiten. Einmal scheint mir die Gefahr der Keratitis neuroparalytica bei ihr besonders groß zu sein, größer als bei der Ganglionexstirpation und der Resektion der Trigeminuswurzel. Sodann aber besteht eine gewisse Gefahr, daß Alkohol durch die Durascheide des Ganglions ins Cavum cranii dringt. Zweimal habe ich es erlebt, daß 3—4 Stunden nach der an sich vorzüglich gelungenen Injektion eine kontralaterale Hemiplegie, in dem einen Fall gepaart mit homolateraler Oculomotoriuslähmung auftrat, die zwar beide Male nach einigen Tagen wieder zurückging, aber zunächst doch einen bedrohlichen Charakter hatte. In einem dritten Fall trat eine Weile nach der Ganglioninjektion eine Abducenslähmung auf, die allerdings nach mehreren Tagen auch wieder zurückging. Auf Grund derartiger Komplikationsmöglichkeiten habe ich persönlich die Alkoholinjektionen in das Ganglion ganz aufgegeben.

Über Technik und Erfolge der Exstirpation des Ganglion Gasseri brauche ich an dieser Stelle keine weiteren Ausführungen zu machen. Diese Operation ist der Eckpfeiler in der Therapie der Trigeminusneuralgie, dieses furchtbaren und seine Träger zur Verzweiflung treibenden Leidens. Solange es Kranke geben wird, die von ihm befallen werden und ärztliche Hilfe aufsuchen werden, wird der Name Fedor Krause unvergessen bleiben.

An die Stelle der Ganglionexstirpation ist mehr und mehr teils wegen der bei ihr auftretenden schweren Blutungen, teils weil man glaubt, der Keratitis neuroparalytica besser aus dem Wege gehen zu können, die Resektion der Trigeminuswurzel zwischen Ganglion und Pons getreten. In den Händen von Cushing, Frazier, Hartmann u. a. sind mit dieser Methode glänzende Erfolge erzielt worden. Ob die Resektion der hinteren Wurzel genügt oder ob nicht besser auch die motorische Wurzel, die doch auch afferente Fasern führt, mitreseziert wird, ist meines Erachtens noch nicht genügend klargestellt.

In jüngster Zeit hat Frazier an Stelle der totalen Durchtrennung der Trigeminuswurzel die subtotale Resektion empfohlen, bei welcher die vordersten inneren Fascikel der sensiblen Wurzel geschont werden. Den einzelnen Ästen des Trigeminus entsprechen innerhalb der Wurzel gesonderte Bündel, die innersten vorderen Fascikel der Wurzel ent-

sprechen dem ersten Ast, speziell den Fasern der Cornea und Conjunctiva. Werden diese geschont, so ist die Gefahr der Keratitis neuroparalytica gebannt. Anderseits hebt Frazier hervor, daß bei den meisten Trigeminusneuralgien der erste Ast, jedenfalls die Augenfasern, unbeteiligt seien und ihre Schonung bei der Resektion den Erfolg bezüglich der Beseitigung der Schmerzen in keiner Weise beeinträchtige.

Wie bei anderen Schmerzzuständen, so ist auch bei der Trigeminusneuralgie der operative Eingriff von den cerebro-spinalen Nerven in das Gebiet des Sympathicus verlegt worden. Jabouley, Chipault, Delbet, Poirier. Cavazzani, Morestin haben über Erfolge der Resektion des Halssympathicus berichtet. Andere Autoren, wie z. B. Delagassure, Vidal und ich selbst sahen davon keinen Erfolg. Wenn wir die Erfolge der Resektion des Halssympathicus bei Trigeminusneuralgie verstehen wollen, müssen wir zunächst daran erinnern, daß Schmerzfasern des Gesichtes nicht nur durch die Trigeminuswurzel, sondern auch durch den Sympathicus verlaufen. Ich habe früher S. 42 ausgeführt, daß letzterer sicher afferente Schmerzfasern führt, aber der Sympathicus stellt nur eine Hilfsbahn dar, das Gros der Schmerzfasern des Gesichts geht sicher durch die Trigeminuswurzel (ein Teil auch durch den Intermedius). Die Resektion des Halssympathicus vernichtet also nur einen geringen Teil der Schmerzfasern des Gesichtes. Ein Erfolg wird also von der Resektion des Halssympathicus nur solchen Kranken mit Trigeminusneuralgie beschieden sein können, bei denen zufällig die Ursache der Schmerzen in einer pathologischen Irritation der im Sympathicus verlaufenden Schmerzfasern gelegen ist. Es gibt aber noch eine andere Erklärungsmöglichkeit für den Erfolg der Sympathicusresektion bei Trigeminusneuralgie. Ich habe bereits mehrfach darauf hingewiesen, daß im Schmerzmechanismus das Gefäßsystem eine bedeutende Rolle spielt. Angiospastische Zustände verursachen Schmerzen und diese Schmerzen haben vielfach gerade einen exquisit paroxysmalen Charakter. Die Auffassung, daß der Gesichtsneuralgie ein solcher angiospastischer Zustand zugrunde liege, ist seit langem in der Literatur immer wieder zum Ausdruck gekommen. Der Sympathicus führt die Vasokonstriktoren des Gesichtes, seine Resektion soll den Gefäßspasmus lösen und damit wäre der Erfolg zu erklären. Hierzu möchte ich bemerken, daß die einfache objektive Beobachtung eines Neuralgieanfalles in der Mehrzahl der Fälle nicht zugunsten der Auffassung spricht, daß dem Anfall ein angiospastischer Gefäßkrampf zugrunde liegt. Das Gesicht ist im Gegenteil in der Mehrzahl der Fälle im Anfall selbst stark gerötet, arteriellhyperämisch. Insoweit erscheint also die Resektion des Sympathicus zunächst nicht rationell. Sie käme, vorausgesetzt, daß sie tatsächlich

angiospastische Zustände beseitigt und eine Vasodilatation im Gefolge hat, zunächst höchstens für solche Fälle in Betracht, in denen der Anfall mit einem angiospastischen Zustande einhergeht. Nun liegen aber die Verhältnisse auf vasomotorischem Gebiete komplizierter als es auf den ersten Blick erscheint. Der Sympathicus führt allerdings die Vasokonstriktoren des Gesichtes, der Trigeminus die Vasodilatatoren. Der Sympathicusausschaltung folgt zunächst, wie im Tierexperiment, so auch beim Menschen eine ausgesprochene Vasodilatation, eine arterielle Hyperämie des Gesichtes. Dieser Zustand bleibt aber nicht dauernd bestehen, sondern er schlägt oft früher oder später in das Gegenteil um, das Gesicht wird blasser und kälter als auf der Seite, auf welcher der Halssympathicus nicht reseziert ist und die autochthone Erregbarkeit der Vasokonstriktoren ist auf ersterer größer als auf der gesunden Seite. Das ist nur so zu erklären, daß nach der Durchschneidung des Halssympathicus zwar die vom Rückenmark ausgehenden efferenten vasokonstriktorischen Fasern unterbrochen werden und infolgedessen auch keine reflektorische Kontraktion der Blutgefäße des Gesichtes von anderen Körperteilen her mehr möglich ist, daß aber der vasokonstriktorische Eigenapparat der Gesichtsgefäße, der trophisch vom Halssympathicus unabhängig ist, erhalten bleibt, ja sogar eine Steigerung seiner direkten autochthonen Erregbarkeit erfährt, weil offenbar im Halssympathicus nicht nur innervierende vasokonstriktorische Fasern verlaufen, sondern auch inhibitorische Fasern, welche normaliter die Erregbarkeit des vasokonstriktorischen Eigenapparates der Gefäße zu moderieren haben. Wenn wir uns diese komplizierten vasomotorischen Verhältnisse vor Augen halten, so würde die Resektion des Halssympathicus gerade für die Fälle von Trigeminusneuralgie, in welchem der Anfall mit einer Vasodilatation einhergeht, indiziert erscheinen, aber für die andere Gruppe, in welchen offenkundige angiospastische Zustände prävalieren, ihrer Berechtigung entbehren. Wir sehen also, daß zwar die Möglichkeit einer Erklärung des Erfolges der Sympathicusresektion bei Trigeminusneuralgie prinzipiell nicht von der Hand zu weisen ist, daß aber die Indikationsstellung für dieselbe eine sehr schwierige ist, weil der Effekt der Operation auf vasomotorischem Gebiete in verschiedenen Stadien ein diametral entgegengesetzter ist. Dazu kommt, daß es mehr wie fraglich ist, ob für das Gros der Fälle von Trigeminusneuralgie primär vasomotorische Störungen überhaupt eine nennenswerte ursächliche Rolle spielen. Aus allen diesen Gründen hat sich die Resektion des Halssympathicus unter den zur Bekämpfung der Trigeminusneuralgie in Betracht kommenden Operationen bisher ein Bürgerrecht nicht erwerben können.

Ganz Ähnliches gilt für die periarterielle Sympathektomie an der Carotis, die von Leriche, Clovis Vincent u. A. empfohlen worden ist. Der Effekt dieser Operation besteht in einer arteriellen Hyperämie im Gesicht: sie erscheint also zunächst für solche Fälle indiziert, in denen primäre angiospastische Zustände vorhanden sind. Darüber hinaus aber gelten für die periarterielle Sympathektomie der Carotis ähnliche Gesichtspunkte, wie sie weiter oben S. 197 für die Behandlung der Kausalgie bei traumatischen Nervenläsionen erörtert worden sind. Durch die der Operation folgende periphere Vasodilatation können die Schmerzrezeptoren der Peripherie in ihrer Erregbarkeit beeinflußt werden, dieselbe kann herabgemindert werden, und dieser Faktor kann das Zustandekommen des Schmerzes hintanhalten. Bei der Trigeminusneuralgie ist dieser Einfluß sogar noch eher verständlich als bei den traumatischen Nervenläsionen, insofern als bei ihr gerade periphere Einwirkungen auf die Rezeptoren bei dem Zustandekommen der einzelnen Schmerzparoxysmen erfahrungsgemäß die größte Rolle spielen. Ob aber, selbst die Richtigkeit derartiger Voraussetzungen unterstellt, die periarterielle Sympathektomie der Carotis berufen ist, in die Reihe der zur Bekämpfung der Trigeminusneuralgie empfehlenswerten operativen Maßnahmen wirklich aufgenommen zu werden, müssen erst weitere Erfahrungen lehren. Ich habe in einem Falle, in dem trotz wiederholter Neurexhairese und Stamminjektionen mit Alkohol immer wieder schwere Rezidive auftraten, die Resektion des Halssympathicus in Kombination mit der periarteriellen Sympathektomie an der Carotis ausgeführt. Der Erfolg war gleich Null. Erst die Exstirpation des Ganglion Gasseri führte zu prompter und anhaltender Heilung.

b) Die Intermediusneuralgie. Der Facialis ist ein gemischter Nerv. Die afferenten Bahnen desselben haben ihre Ursprungszellen alle im Ganglion geniculi, dessen Radix posterior der N. intermedius Wrisbergii ist. Die afferenten Fasern des Facialis dienen der sensiblen Versorgung der tiefen Teile des Gesichtes, vor allem der vom Facialis versorgten Muskeln, ferner durch die Chorda tympani zum Teil der sensiblen Versorgung der vorderen zwei Drittel der Zunge, durch den Ramus lingualis des Facialis, von dem eine Anastomose in den N. glossopharyngeus führt, der Versorgung der Schleimhaut der Plica glossopalatina, durch den N. petrosus superficialis major und minor der Versorgung der Schleimhaut des Cavum tympani, der Tuba Eustachii, der Cellulae mastoideae, durch den N. petr. sup. major via Ganglion sphenopalatinum auch der Versorgung der hinteren Teile des Cavum nasi und des Cavum pharyngonasale, wie der Oberfläche des Vel. palat., und schließlich durch direkte Äste, welche vom Nervenstamm an seinem

Austritt aus dem Foramen stylo-mastoideum abgehen, der Versorgung der Haut des äußeren Gehörganges und des Cavum conchae, der Cymba conchae, der Crura helicis und zum Teil des Tragus und Antitragus. Schließlich gehen auch vom Intermedius feine Fasern zum Acusticus und mit ihm ins innere Ohr.

Irritative Prozesse des N. facialis führen daher häufig zu Schmerzen, die in erster Linie in die Tiefe des Ohres (Mittelohr), in den Warzenfortsatz, in den äußeren Gehörgang und die Umgebung desselben im Bereiche der Ohrmuschel lokalisiert werden; manchmal strahlen die Schmerzen vom Mittelohr durch die Tuba Eustachii bis in die Tonsillargegend aus, sehr selten werden sie auch in die Zunge oder in das Gesicht selbst projiziert. Im Vordergrunde der sensiblen Reizerscheinungen stehen die Ohrschmerzen. Sie gehören zum Bilde der gewöhnlichen rheumatischen Facialisneuritis, bei der sie sehr oft den Reigen eröffnen und einige Tage lang dem Ausbruch der Lähmung vorausgehen, um dann, meist nach einigen Tagen, abzuklingen. Die Intermediusschmerzen spielen eine besondere Rolle beim Herpes des Ganglion geniculi, bei dem sie meist der Herpeseruption eine gewisse Zeit vorausgehen. Bei bulbärer Tabes habe ich heftige lancinierende Schmerzen im Mittelohr und äußeren Gehörgang und dessen Umgebung im Bereiche der Ohrmuschel beobachtet, die gelegentlich den Charakter regelrechter Krisen tragen können. Bei Meningitis hat Mendel ein sogenanntes Auricularissymptom beschrieben, das er zwar auf eine Irritation des N. vagus, der ja auch an der sensiblen Versorgung des Trommelfells und des äußeren Gehörgangs beteiligt ist, bezieht, das aber in einem Falle meiner Beobachtung mit größerer Wahrscheinlichkeit auf eine Reizung des Intermedius zurückzuführen war. Mehrfach habe ich bei Acusticustumoren und bei Aneurysmen, welche auf den Facialisstamm drückten, ausgesprochene Intermediusneuralgie beobachtet. Bei Schädelbasisfrakturen kann der N. intermedius ebenso wie der Trigeminus mitbeteiligt sein und hierbei kann das Bild einer Intermediusneuralgie vorliegen.

Nicht selten ist die symptomatische Intermediusneuralgie mit einem ausgesprochenen Facialistic oder anderen motorischen Reizerscheinungen vom Charakter der Myoklonie oder Myokymie im Bereiche der Gesichtsmuskulatur gepaart. Diese motorischen Reizerscheinungen fasse ich in Übereinstimmung mit R. Hunt als reflektorisch bedingt auf. Sie entstehen durch Reizung der afferenten Elemente des siebenten Gehirnnerven und durch Übertragung dieses Reizes auf den motorischen Kern desselben (sogenannter Nerveigenreflex).

Nun gibt es aber auch eine echte genuine Intermediusneuralgie. Diese unter dem Bilde des Ohrschmerzes einhergehende Affektion

(Otalgia idiopathica) ist den Ohrenärzten sehr wohl bekannt (Schwartze, Nottingham u. a.), sie wird aber gemeinhin auf den Trigeminus bezogen. Diese echte Intermediusneuralgie zeigt ganz ähnliche Schmerzparoxysmen wie die typische Trigeminusneuralgie. Daß Erkrankungen des Mittelohres und des inneren Ohres eine Intermediusneuralgie vortäuschen können, braucht wohl, als selbstverständlich, nicht besonders hervorgehoben zu werden, da der Intermedius einer der afferenten Nerven des Mittelohres und inneren Ohres ist. Während die Therapie der symptomatischen Intermediusneuralgien nach Möglichkeit eine kausale zu sein hat, kommt für Fälle hartnäckiger idiopathischer Otalgie die Resektion des N. intermedius in Betracht. Sie ist von Taylor in einem Falle mit Erfolg durchgeführt worden. Da die Isolierung der Portio intermedia vom Facialisstamm zwischen Oblongata und Hiatus auditivus internus meist wohl kaum exakt durchführbar sein dürfte, wird gegebenenfalls die Resektion des gesamten Facialisstammes in Betracht kommen. Die Resektion des Intermedius kommt auch für Fälle hartnäckigen postzosterischen Schmerzes in Betracht.

c) Die Glossopharyngeusneuralgie. Auch der Glossopharyngeus ist ein gemischter Nerv. Neben motorischen Fasern für den M. stylopharyngeus und den Constrictor pharyngis superior enthält er in erster Linie afferente Fasern für die hinteren Teile der Zunge, die Plica glosso-epiglottica und die linguale Fläche der Epiglottis, die Tonsillargegend, den weichen Gaumen und den Rachen; ferner nimmt er durch den N. tympanicus Jacobsonii an der Bildung des Plexus tympanicus und an der sensiblen Versorgung des Mittelohres, der Tuba Eustachii und der Cellulae mastoideae teil. Der Glossopharyngeus hat 2 Ganglien, das kleine Ganglion superius und das größere Ganglion petrosum.

Irritative Prozesse, die auf den Glossopharyngeus einwirken, geben sich durch Schmerzen kund, die in erster Linie in der Tonsillargegend und im Pharynx lokalisiert sind. Von hier aus strahlen sie manchmal der Tuba Eustachii entlang bis ins Ohr aus. Das Zentrum des Schmerzes liegt aber in der Tonsillar- und seitlichen Pharynxgegend. Die Krankheitsprozesse, welche eine symptomatische Glossopharyngeusneuralgie im Gefolge haben können, sind im großen Ganzen dieselben, welche wir bereits bei der symptomatischen Trigeminus- und Intermediusneuralgie kennen gelernt haben. Aber die Glossopharyngeusneuralgie kommt im allgemeinen seltener zur Beobachtung, wie die des 5. und 7. Gehirnnerven. Ich fand sie in einem Falle von Kleinhirnbrückenwinkeltumor sehr ausgesprochen. Dasselbe hat Weisenburg beobachtet. Bei Tabes kommen gelegentlich sogenannte Glossopharyngeuskrisen vor. Sie bestehen in paroxysmal auftretenden heftigen Schmerzen im Rachen und

den Tonsillen, verbunden mit sehr lästigen Geschmacksparästhesien, und mit äußerst heftigen krampfhaften Schluck- und Würgbewegungen, sowie mit starker Speichel und Schleimsekretion innerhalb der Mundhöhle und des Rachens. Herpes zoster des Ganglion petrosum ist von Neve beschrieben. Ein anderer Fall, über den Orbinson berichtet hat, erscheint mir nicht überzeugend. Sodann spielt die Glossopharyngeusneuralgie eine Rolle bei dem sogenannten Syndrom des Foramen lacerum. Bekanntlich verlassen der 9., 10. und 11. Gehirnnerv die Schädelhöhle gemeinsam mit der Vena jugularis durch das Foramen jugulare seu Foramen lacerum posterius. Sie liegen hier eng beisammen und Krankheitsprozesse, besonders traumatische Affektionen und luetische Periostitiden in der Gegend des Foramen lacerum rufen nicht selten eine gemeinsame Schädigung dieser drei Hirnnerven hervor. Dabei kommen ausgesprochene Schmerzzustände im Glossopharyngeusgebiete vor. Ich habe das Syndrom auch in einem Falle von Thrombose der Vena jugularis beobachtet: die Glossopharyngeusneuralgie eröffnete hier den Reigen und stellte kurze Zeit das einzige Symptom dar. Von extrakraniellen Prozessen führen besonders in der seitlichen Rachenwand gelegene Entzündungen, Drüsenschwellungen, Tumoren und andere Krankheiten gelegentlich zu einer Mitbeteiligung des Glossopharyngeus. In einem von mir beobachteten Falle von Aneurysma der Maxillaris interna, welches den Hypoglossus, Glossopharyngeus und Accessorius in Mitleidenschaft zog, verlief der Hypoglossus mitten durch das Aneurysma hindurch, während der Glossopharyngeus der Wand des Aneurysmas plattgedrückt, und in seine Fascikel aufgereisert, adhärierte. Hier bestanden ausgesprochene Schmerzen im Glossopharyngeusgebiete, verbunden mit einer starken Hyperästhesie der Schleimhaut des Rachens, welche dem Kranken den Schluckakt unmöglich machte: die Exstirpation des Aneurysmas und die innere Neurolyse des Glossopharyngeus brachte völlige Heilung.

Nun gibt es aber außer dieser symptomatischen Glossopharyngeusneuralgie auch eine idiopathische echte Neuralgie des 9. Gehirnnerven. Derartige Fälle sind von Doyle, Sicard et Robineau, Harris und Adson beschrieben. Ich selbst habe auch einige derartige Fälle beobachtet. Der Schmerz hat denselben ausgesprochen paroxysmalen Charakter wie bei der genuinen Trigeminusneuralgie. Er geht von der Tonsillargegend und der seitlichen Rachenwand aus, strahlt ins Ohr und die Zunge, in den Gaumen und tief in den Rachen hinein aus. Ausgelöst wird er besonders durch Schlucken und Gähnen, weniger durch den Kauakt. In den Fällen meiner Beobachtung bestand eine ausgesprochene Hyperästhesie der Schleimhaut des Rachens, der hinteren Zungenpartie, der Tonsille und des weichen Gaumens; die leiseste Berührung löste

schwersten Schmerzparoxysmus, verbunden mit heftigen Schluck- und Würgkrämpfen aus, so daß die Nahrungsaufnahme auf das Ernsteste gefährdet war. Bemerkenswert erscheint mir, daß sich diese idiopathischen Glossopharyngeusneuralgien in den Fällen meiner Beobachtung im Anschluß an vorausgegangene, aber völlig ausgeheilte Tonsillaraffektionen ausgebildet hatten. Auch hierin weisen sie eine gewisse Ähnlichkeit mit der echten Trigeminusneuralgie auf, die sich auch manchmal im Anschluß an eine Zahnaffektion entwickelt. Diese Beziehungen legen den Gedanken nahe, daß es sich auch bei den echten Neuralgien um eine aus dem peripheren Verteilungsgebiete des betreffenden Nerven aufsteigende besondere Neuritisform handeln kann.

Zur Beseitigung der Glossopharyngeusneuralgie ist von Doyle, Sicard et Robineau und Adson die extrakranielle Exhairese des Glossopharyngeus mit Erfolg ausgeführt worden. Doyle und Sicard haben gleichzeitig auch den Ramus pharyngeus des Vagus reseziert, aus welchem Grunde ist nicht recht ersichtlich, Sicard hat auch das Ganglion cervicale supremum mit exstirpiert, in seinen 3 Fällen kam es bei der Operation zu beträchtlichen Nebenverletzungen, zum Teil auch in den Fällen Adson's. Letzterer empfiehlt wegen der großen technischen Schwierigkeiten, die die extrakranielle Resektion des Glossopharyngeus bietet, an ihrer Stelle die intrakranielle Durchtrennung des Glossopharyngeus, an seinem Eintritt in das Foramen jugulare. Zugängig sind die drei an dieser Stelle nebeneinander verlaufenden Nerven, Accessorius, Vagus und Glossopharyngeus sehr gut, wovon ich mich bei zahlreichen Operationen an der hinteren Schädelgrube überzeugt habe. Aber es ist nicht immer leicht, den Glossopharyngeus vom Vagus zu trennen; am besten gelingt dies, wenn man sich ganz lateral hält, weil hier der Glossopharyngeus vom Vagus und Accessorius durch eine besondere Durascheide getrennt ist. Ausgeführt ist die intrakranielle Durchtrennung des Glossopharyngeus bei Rachenneuralgie bisher noch nicht.

d) Die Vagusneuralgien. Der Vagus enthält zahlreiche afferente Bahnen; der Reihe nach, von seinem Ursprung an gerechnet, gehen folgende sensiblen Äste von ihm ab: 1. der Ramus meningeus zur Dura der hinteren Schädelgrube, 2. Ramus auricularis zur hinteren Wand des äußeren Gehörganges und dem hinteren Teile des Trommelfells, 3. N. laryngeus superior zur Schleimhaut des Kehlkopfes und der Epiglottis; aus ihm geht auch häufig der N. depressor hervor, welcher Herz und Anfangsteil der Aorta mit afferenten Fasern versorgt, 4. Rami cardiaci superiores zu Herz und Aorta, 5. Recurrens zur Schleimhaut des Kehlkopfes, dem oberen Teile der Trachea und des Ösophagus, zum Teil aber auch zum Herzen (Rami cardiaci inferiores), 6. Rami tracheales zur

Trachea, 7. Rami bronchiales zu den Bronchien und der Pleura pulmonalis, 8. Rami oesophagei zum Ösophagus, 9. Rami pericardiaci, 10. vom Bauchteile sensible Fasern zu Magen, Darm, Leber, Gallenblase, Pankreas, Milz, Niere, Nebenniere, und wohl auch zu den Beckeneingeweiden. Das Ursprungsganglion der afferenten Vagusfasern ist in erster Linie das Ganglion jugulare, zum Teil aber wohl auch das Ganglion nodosum. Irritative Prozesse im Bereiche des N. vagus sind nicht selten von Schmerzen begleitet. Bei intracraniellen Prozessen, bei syphilitischer Entzündung der Vaguswurzel, bei Meningitiden (Mendel), bei Kleinhirnbrückenwinkeltumoren habe ich wiederholt heftigen Schmerz im äußeren Gehörgang und Trommelfell beobachtet, der wohl auf eine Reizung des Vagus zu beziehen war, weil er mit starkem Übelkeitsgefühl gepaart war. Bei Operationen an der hinteren Schädelgrube habe ich wiederholt festgestellt, daß bei Manipulationen an der vom Vagus (Ramus meningeus) versorgten Dura der hinteren Schädelgrube über heftigen Schmerz im äußeren Gehörgang geklagt wurde. Ferner tritt, worauf Goldberg kürzlich hingewiesen hat, bei der sogenannten Leitungsanästhesie des N. laryngeus superior in dem Augenblicke, in dem die Nadel den Laryngus superior berührt, häufig ein heftiger Schmerz im äußeren Gehörgange auf. Beide Phänomene beruhen auf einer falschen Projektion des Schmerzes; der Reiz, welcher die sensiblen Fasern eines visceralen Astes trifft, wird in das Versorgungsgebiet eines anderen cutanen Astes des gleichen Nervenstammes verlegt. Demselben Phänomen sind wir bereits im Trigeminusgebiete begegnet. Manipulationen an dem vom N. recurrens des ersten Trigeminusastes versorgten Tentorium cerebelli und den benachbarten Teilen der Dura führt zu heftigem Schmerz im Gebiete des Stirnastes des Trigeminus und zu Augenschmerz.

Häufig gibt sich die Irritation der afferenten Vagusfasern in der Sphäre des Kehlkopfes zu erkennen. Bei bulbärer Tabes sind lancinierende Schmerzen im Kehlkopfe keine allzu große Seltenheit, wenn auch in der Mehrzahl der Fälle, in welchen eine Reizung der laryngealen Fasern der Vaguswurzel vorliegt, weniger ein Kehlkopfschmerz als vielmehr neben einer ausgesprochenen Überempfindlichkeit der Schleimhaut starker Hustenreiz im Vordergrunde steht. Doch gibt es auch tabische Larynxkrisen, welche mit einem ausgesprochenen Schmerz, brennendem Wundheitsgefühl und starker Hyperästhesie des Kehlkopfes einhergehen, obwohl die laryngoskopische Untersuchung nicht die geringste Schleimhautaffektion aufdeckt. Bei multipler Sklerose bulbären Sitzes und bei Bulbuserkrankungen vasculären Ursprungs habe ich wiederholt starke Hyperästhesie, Hustenreiz, aber auch Schmerzen im Larynxgebiete beobachtet. Bei hochgelegenen traumatischen Läsionen des Vagusstammes

und bei einer solchen des Laryngeus superior, die ich beobachtet habe, standen eigentliche Kehlkopfschmerzen gegenüber dem ständigen Gefühl des Hustenreizes, das sich in echten Larynxkrisen paroxysmal entlud, im Hintergrunde. Über eine besondere Form von Neuritis des Laryngeus superior, welche mit Schmerzen und unangenehmen Sensationen im Larynx und anhaltendem starken Hustenreiz einhergeht, hat Bönninghaus berichtet. Der N. laryngeus erwies sich in seinen Fällen druckempfindlich, sonst war der objektive Befund völlig negativ.

Obwohl auch der Recurrens afferente Fasern für den Larynx führt, pflegen doch Affektionen des Vagusstammes unterhalb des Abganges des Laryngeus superior und die Affektionen des Recurrens selbst, die ja bei den verschiedensten Krankheitsprozessen vorkommen, fast nie eigentliche Kehlkopfschmerzen zu verursachen. Wohl aber können sie, besonders anfangs, eine erhebliche Überempfindlichkeit des Kehlkopfes, die sich zu richtigen Larynxkrisen steigern kann, erzeugen. Ich habe das bei Tumoren, die auf den Vagus bzw. den Recurrens drückten, und bei Aortenaneurysmen mehrfach beobachtet.

Ob die zuvor erwähnten Fälle, über die Bönninghaus berichtet hat, wirklich als Neuritis aufzufassen sind, mag dahingestellt bleiben. Jedenfalls haben diese Fälle eine enge Verwandtschaft zu einer Erkrankung, die bei Neuropathen nicht selten vorkommt und die in einer ausgesprochenen laryngealen Überempfindlichkeit ohne jeden sonstigen objektiven Befund besteht. Fortwährender Hustenreiz, aber auch Kehlkopfschmerz, häufige kurze Hustenstöße, die sich bis zu keuchhustenartigen Attacken und schweren Larynxkrisen mit schwerstem Stimmritzenkrampf steigern können, charakterisieren das Bild, das man vielfach als Kehlkopfneurose bezeichnet. Einzelne derartige Fälle, in denen der Schmerz prävaliert und einen paroxysmalen Charakter trägt, verdienen den Namen der Kehlkopfneuralgie. Ich habe in solchen Fällen von Larynxüberempfindlichkeit mehrfach die percutane Novocaininfiltration des N. laryngeus superior beiderseits mit Erfolg ausgeführt. Allerdings pflegt eine Serie von Injektionen erforderlich zu sein. Alkoholinjektionen in den freigelegten Nerven habe ich nicht gewagt, weil die völlige doppelseitige Leitungsunterbrechung des N. laryngeus superior infolge der damit verbundenen Anästhesie des Aditus laryngis höchst wahrscheinlich zum Verschlucken und zum Eintritt von Ingestis in den Kehlkopf führen würde. Aus demselben Grunde habe ich bisher auch in keinem Falle von tabischen Larynxkrisen die doppelseitige Resektion der sensiblen Vaguswurzel vorgenommen. In Fällen von Tabes mit Larynxkrisen, in denen Anzeichen für eine einseitige Erkrankung der Vaguswurzel bestehen, kann die Resektion der letzteren auf dieser einen Seite unter Schonung des Accesorius Vagi ohne ernste Folgen ausgeführt werden. In den von mir oben erwähnten Fällen von traumatischer Läsion des

Vagusstammes oder des N. laryngeus superior habe ich die Neurolyse mit ausgezeichnetem Erfolge ausgeführt.

Aus den im Kapitel III gemachten Ausführungen über die afferenten Nerven der Eingeweide geht hervor, daß bis heute noch nicht feststeht, ob der an der sensiblen Versorgung der Speiseröhre, der Trachea, der Bronchien und der Lungen, des Herzens und der Aorta, des Magens, Darmes und der anderen Abdominalorgane ja zweifellos beteiligte Vagus schmerzleitende Fasern führt oder ob diese nicht vielmehr mehr oder weniger alle im Sympathicus verlaufen. Es kann deshalb auch nichts darüber ausgesagt werden, wie weit bei den schmerzhaften Neurosen des Ösophagus (Ösophagospasmus) oder des Bronchialbaums (Asthma bronchiale) oder des Magens (Cardiospasmus, Pylorospasmus, Gastralgien) des Darms (Enterospasmus, Enteralgien), der Niere (Nephralgien) usw. der Vagus überhaupt beteiligt ist und ob seine operative Ausschaltung rationell erscheint und Erfolg verspricht. Das geringe Material, was in dieser Hinsicht vorliegt, — Kappis hat z. B. bei Asthma bronchiale den Vagus mit Erfolg durchtrennt — reicht für die Beurteilung dieser Frage absolut noch nicht aus. Auch die wenigen Fälle, in denen bei Angina cordis mit der Resektion der Rami cardiaci vagi bzw. des N. depressor bisher ein Erfolg verzeichnet wird, lassen noch keine weitgehenden Schlüsse zu. Daß an sich gerade Fälle von sogenannter Pseudoangina pectoris, sogenanntem nervösen Herzschmerz, von Herzneuralgie, ein dankbareres Objekt für die Ausschaltung der afferenten Herznerven darstellen als die auf organischer Grundlage beruhenden Herzkrankheiten, bedarf keiner besonderen Erwähnung.

e) Die Occipitalneuralgie. Der N. occipitalis major und minor versorgen die Haut am Hinterkopf, letzterer versorgt auch gleichzeitig die obere Hälfte der Ohrmuschel, manchmal existiert außer diesen beiden Nerven noch ein kleiner, gesondert durch den M. trapezius hindurchtretender N. occipitalis tertius. Der Occipitalis major hat sein Ursprungsganglion im zweiten Cervicalganglion, der minor hauptsächlich im dritten Cervicalganglion. Die Occipitalneuralgie ist meist eine symptomatische. Intramedulläre Tumoren des obersten Halsmarkes, Syringomyelie, Tabes, multiple Sklerose, extramedulläre Tumoren des obersten Halsmarkes, syphilitische Wurzelneuritis, Arachnitis sero-fibrosa cystica adhaesiva, Herpes des zweiten und dritten Cervicalganglions, traumatische Prozesse der obersten Halswirbelsäule, Atlanto-Occipitaltuberkulose (Malum suboccipitale), andere Spondylitiden (Spondylitis syphilitica, Spondylitis typhosa, Osteo-arthritis deformans, Spondylose rhizomyélique usw.), extradurale Tumoren der Wirbelsäule (primäre und metastatische), Spina bifida cervicalis occulta et aperta, andere Bildungsanomalien der Hals-

wirbelsäule (L'homme sans cou, Synostosen usw.), ferner die verschiedensten toxisch-infektiösen Neuritiden (Malaria, Blei, Alkohol, Tabak, Typhus, Influenza usw.) können mehr oder weniger häufig mit einer symptomatischen Occipitalneuralgie einhergehen. Rheumatisch bedingte Occipitalneuralgien sind keine Seltenheit. Häufig wird anhaltender Hinterkopfschmerz von neuralgiformem Charakter nach Fall auf den Hinterkopf beobachtet. Nicht selten ist auch das Gebiet der Occipitalnerven der Sitz irradiierter Schmerzen, bei denen die Quelle des Schmerzes in abgelegenen Organerkrankungen der Zähne, der Mundhöhle, der Leibeshöhle oder des Beckens gelegen ist. Interessant sind die Beziehungen zwischen Diabetes und einer Hyperalgesie im Gebiete des Occipitalis minor: wahrscheinlich handelt es sich dabei um eine Head'sche Kopfzone bei Pankreaserkrankung. Eigenartig ist auch der Zusammenhang von Occipitalschmerzen mit Pes planus. Ich werfe in jedem Falle von Hinterkopfschmerz einen Blick auf den Fuß und es ist erstaunlich, wie oft mit der Korrektur der Fußanomalie auch der Hinterkopfschmerz weicht. Die Erklärung dieser Hinterkopfschmerzen beim Pes planus ist nicht einfach. Vielleicht spielt die veränderte statische Belastung der einzelnen Wirbelsäulenabschnitte eine Rolle. Vielleicht aber handelt es sich um irradiierte Schmerzzustände, ausgehend von der Irritation des Fußskelettes und des in der Fußsohle verlaufenden N. plantaris, der ja zweifellos beim Pes planus einem abnormen Druck ausgesetzt ist. Statische Störungen dürften die Hauptschuld an den bei der Skoliose der Wirbelsäule nicht selten vorkommenden Occipitalschmerzen tragen. Zu erwähnen sind dann noch die Hinterkopfschmerzen bei Allgemeinerkrankungen (Anämie, Kachexie) und bei Neuropathen und Hysterikern.

In allen Fällen von symptomatischer Occipitalneuralgie hat die Therapie die Aufgabe nach Möglichkeit der Indicatio causalis zu genügen.

Die echte genuine Occipitalneuralgie ist relativ selten. Immerhin gibt es Fälle, in denen heftigste paroxysmal auftretende Occipitalschmerzen ohne irgend eine greifbare Ursache vorhanden sind. Refrigeratorische Momente spielen allerdings bei der Entstehung entschieden eine Rolle und sie sind auch häufig geeignet, den einzelnen Paroxysmus auszulösen. Denselben Effekt hat Druck auf die Austrittsstellen der Nn. occipitales. Die operative Therapie dieser echten Occipitalneuralgien wie auch mancher Formen von symptomatischen, anders nicht zu bekämpfenden Hinterkopfschmerzen bewegt sich in denselben Linien wie die der Trigeminusneuralgie. In Betracht kommen Injektionen von Novocain oder Alkohol in die Nervenstämme, die Neurexhairesen des Occipitalis major et minor, der Occip. tertius darf dabei nicht übersehen werden; ferner die Exstirpation des Ganglion des zweiten Cervicalnerven nach Oehleker

und schließlich die intradurale Durchtrennung der zweiten und dritten Cervicalwurzel, der hinteren wie der vorderen, der ich vor der Ganglionexstirpation wegen der geringeren technischen Schwierigkeit den Vorzug gebe.

f) Die Neuralgien der Halsnerven (Auricularis magnus, Cutaneus colli, N. supraclavicularis). Sie sind fast immer symptomatisch. In Betracht kommen fast dieselben Krankheitsprozesse wie sie für die symptomatische Occipitalneuralgie aufgezählt worden sind. Hinzukommen noch als gelegentliche Ursache besonders Lymphdrüsen am Halse und andere Tumoren am Halse. In einem Falle starker Struma, den ich beobachtet habe, kam es offenbar infolge starker Verschiebung des Musculus sternocleidomastoideus, an dessen hinterem Rande die drei Halsnerven hervortreten, zu einem Druck auf letztere und zu furchtbaren Schmerzen im Gebiete des Auricularis magnus und Cutaneus colli. Rheumatische Neuritiden der drei genannten Halsnerven sind keine Seltenheit.

Eine besondere Bedeutung hat der irradiierte Schmerz im Gebiete des N. supraclavicularis. insofern er bei den verschiedenartigsten Erkrankungen, der Pleurahöhle, des Perikards, der Bauchhöhle und der Organe des kleinen Beckens beobachtet wird. Besonders finden wir diesen irradiierten Schulterschmerz bei allen den Erkrankungen. bei denen der pleurale oder der peritoneale Überzug des Diaphragmas vom Krankheitsprozess mit ergriffen ist. Bezüglich der Deutung dieses Schulterschmerzes verweise ich auf die Ausführungen im Kapitel V.

Die operative Therapie der Schmerzzustände im Gebiete der drei genannten Halsnerven besteht, soweit eine kausale Therapie nicht in Betracht kommt, in der Neurexhairese der Halsnerven. Für eine erfolgreiche Alkoholinfiltration ist ihr Kaliber zu klein. Allenfalls kommt die Blockade durch Vereisung in Betracht. Da, wo eine zentralere Leitungsunterbrechung nötig erscheint, ist die Resektion der oberen Halswurzeln C_2—C_5 in Betracht zu ziehen, eventuell auch die der vorderen C_1—C_3 (aber nicht C_4 und C_5, wenigstens nicht ohne zwingende Not!).

g) Die Phrenicusneuralgie. Der Phrenikus führt außer den motorischen Fasern für das Zwerchfell afferente Bahnen für die Organe der Brust- und Bauchhöhle. Ich verweise diesbezüglich auf die Kapitel III u. V. Insbesondere scheint er an der sensiblen Versorgung des Pericards und des Zwerchfells mit seinen serösen Überzügen beteiligt zu sein. Irritative Prozesse, die den Phrenicusstamm betreffen, gehen jedenfalls mit Schmerzen einher, die in erster Linie in die Zwerchfellgegend lokalisiert werden. Eine Projektion des Schmerzes in die Organe der Leibeshöhle findet nicht statt, dagegen kommt es zu einer Irradia-

tion in die Gegend des dritten, vierten und fünften Cervicaldermatoms. Dieser irradiierte Schulterschmerz kann sogar über den Zwerchfellschmerz überwiegen und letzteren ganz in den Hintergrund drängen. Bei einer von mir vorgenommenen elektrischen Reizung des zentralen Stumpfes des durchtrennten N. phrenicus empfand die betreffende Person zuerst ausgesprochenen Schulterschmerz, und erst bei Fortsetzung und Verstärkung der Reizung trat der Zwerchfellschmerz hinzu, auf der Höhe der Reizung wurde über eine diffuse schmerzhafte Sensation in der Brust- und Bauchhöhle geklagt. Die Phrenicusneuralgie ist wohl stets eine symptomatische, bedingt durch greifbare Krankheitsprozesse, die auf den Phrenicusstamm einwirken; traumatische Läsionen, Halsdrüsenanschwellungen, Struma maligna und andere Halstumoren, Aneurysmen der Subclavia oder Aorta, Mediastinaltumoren sind die wichtigsten in Betracht kommenden Prozesse.

Häufig ist die Phrenicusneuralgie gepaart mit reflektorisch bedingtem Singultus, der durch die Reizung der afferenten Phrenicuselemente und durch Übertragung dieses Reizes auf das motorische Kerngebiet desselben Nerven entsteht (sogenannter Nerv-Eigenreflex).

Ob es eine idiopathische Phrenicusneuralgie gibt, muß dahingestellt bleiben. Fälle mit einigermaßen sicherer Beweiskraft kenne ich nicht. Inwieweit an den sogenannten Visceralgien (Cardialgien, Gastralgien, Enteralgien, Neuralgien der Organe des kleinen Beckens) der Phrenicus als einer der afferenten Nerven aller dieser Organe beteiligt ist, entzieht sich bisher unserer Kenntnis.

Die operative Behandlung der symptomatischen Phrenicusneuralgie besteht da, wo eine kausale Behandlung nicht möglich oder erfolglos ist, in der Leitungsunterbrechung des Phrenicusstammes, hoch oben in seinem Verlauf vor dem M. scalenus anticus. Dabei ist sorgfältig auf die Anastomosen mit dem N. subclavius zu achten, und diese sind mit auszuschalten. Zu erwähnen ist, daß diese Anastomosen manchmal recht tief, hinter oder gar unterhalb der Clavikel in den Phrenicus einmünden. Im allgemeinen kommt nur die einseitige Phrenicusausschaltung in Betracht. Daß aber selbst die doppelseitige Phrenicusunterbrechung unter Umständen noch mit dem Fortbestande des Lebens vereinbar ist, lehrt eine Beobachtung Lehmann's, der wegen schwersten Singultus die doppelseitige Phrenicotomie ausgeführt hat.

h) Die Brachialneuralgien. An der sensiblen Versorgung der oberen Extremität beteiligen sich der vierte bis achte Cervical- und erste bis dritte Thoracalnerv. Die einzelnen peripheren Nervenstämme, welche zur oberen Extremität einschließlich des Schultergürtels hinziehen, sind die Nn. supraclaviculares, der Dorsalis scapulae, Supra-

scapularis, Nn. thoracici anteriores, N. subclavius, Nn. subscapulares, der Thoracodorsalis, der Axillaris mit seinem Hautast dem Cut. humeri lateralis, der Radialis mit seinen Hautästen Cut. hum. post., Cut. antibr. dors., und Radialis superfic., der Musculocutaneus mit seinem Hautast, dem Cut. antibr. lat., der Medianus mit seinen Hautästen, dem Ram. palmaris und den Nn. digitales, der Ulnaris mit seinen Hautästen, dem Ram. palmaris, Ramus dorsalis und Ram. volaris superficialis (Nn. digitales), der Cutaneus antibr. medialis, Cutaneus humeri internus und der Intercosto-brachialis.

Die sogenannten Brachialneuralgien sind fast durchweg symptomatisch. Die verschiedensten Erkrankungen des Nervensystems können mit heftigen Armschmerzen einhergehen. Ich erwähne nur von intramedullären Erkrankungen die Syringomyelie, den intramedullären Tumor, die multiple Sklerose, die Poliomyelitis acuta im Beginn der Erkrankung, von Wurzelaffektionen die Tabes dorsalis, die syphilitischen Radiculitiden, Meningitiden der verschiedensten Genese, die extramedullären Tumoren, die Arachnitis serofibrosa cystica adhaesiva: vor allem auch die traumatischen Wurzelläsionen; die Affektionen der Halswirbelsäule, traumatische Affektionen derselben, primäre und metastatische Tumoren der Halswirbelsäule, Spondylitiden (tuberkulöse, syphilitische, typhöse, Osteoarthritis deformans, Spondyl. posttraumatica, Spondylose rhizomyelique), Mißbildungen der Halswirbelsäule (Spina bifida occulta et aperta, Konsolidationen, Halsrippe und verwandte Prozesse): Affektionen der Dura (Pachymeningitis chronica, syphilitica, posttraumatica u. a.): Affektionen der Spinalganglien, in erster Linie den Herpes zoster: extrarhachideale Krankheitsprozesse mit Druck auf die Plexuswurzeln, vor allem Tumoren, Drüsenschwellungen, tiefgreifende Phlegmonen, Aneurysmen u. a. Ferner im Bereich der Extremität selbst traumatische Läsionen der Nervenstämme, Tumoren der Nerven und ihrer Umgebung, Aneurysmen, Venenthrombosen, Phlegmonen, chronisch entzündliche und vernarbende Prozesse. Ein bedeutendes Kontingent stellen die toxisch-infektiösen Neuritiden verschiedenster Genese. Ich habe ja zum Teil bereits ausgeführt, daß viele dieser Prozesse längere Zeit oder sogar dauernd mehr oder weniger ausschließlich durch spontane Schmerzen und Hyperästhesie gekennzeichnet sein und das reine Bild der symptomatischen Armneuralgie erzeugen können.

Dazu kommen aber noch zwei weitere Gruppen von Fällen schwerer Armneuralgie. In der einen Gruppe handelt es sich um sogenannte Pseudoneuralgien, d. h. um latente Krankheitsprozesse im Bereich der Extremität selbst, bei denen der Schmerz mehr oder weniger weit über die gesamte Extremität irradiiert und häufig paroxysmalen Charakter

trägt. Dahin gehören vor allem nach meiner Erfahrung Fälle von Arthritis humeri, rheumatische Affektionen der Bursae in der Nachbarschaft des Scapulo-humeralgelenks und besonders der Bicepsscheide, versteckte Osteomyelitiden und Periostitiden, Tuberkulose des Armskeletts u. a. Zu den Pseudoneuralgien gehören auch die arteriosklerotischen Armschmerzen und Algien anderer vasculärer Genese (Claudicatio intermittens usw.). Die zweite Gruppe umfaßt die keineswegs seltenen Fälle, in denen die Quelle der Armschmerzen in der Erkrankung innerer Organe zu suchen ist und der Armschmerz nur durch Irradiation zustande kommt. Daß hier Erkrankungen des Herzens und der Aorta an erster Stelle stehen, ist bekannt, aber auch bei anderen inneren Erkrankungen, besonders der Lunge und der Bronchien, kommen solche irradiierten Armschmerzen zur Beobachtung.

Ob es außer diesen zahlreichen symptomatischen Armneuralgien überhaupt eine genuine Neuralgie der Brachialnerven gibt, ist zweifelhaft. Ich möchte nicht unerwähnt lassen, daß es Fälle gibt, in denen im Anschluß an refrigeratorische Schädlichkeiten im Gebiet des Plexus brachialis oder einzelner Armnerven Schmerzzustände von ausgesprochen paroxysmalem Charakter auftreten, die alle Eigenschaften der echten Neuralgie tragen.

Die Behandlung der symptomatischen Armneuralgien bedarf hier keiner besonderen Besprechung. Sie hat in erster Linie der Indicatio causalis Rechnung zu tragen und ist, soweit palliative Maßnahmen in Betracht kommen, bereits in den vorangehenden Kapiteln XIII 1, 2, 3, 4, 5 besprochen worden bzw. wird sie in den folgenden Kapiteln besprochen werden. Ich möchte hier nur erwähnen, daß unter den von mir bis zum Jahre 1912 gesammelten 44 Fällen, in denen wegen heftiger Schmerzen die Resektion hinterer Rückenmarkswurzeln ausgeführt worden ist, 15 Fälle von sogenannter schwerer Brachialneuralgie figurieren, deren Genese in den meisten Fällen ganz unklar war. Der Erfolg der Hinterwurzeldurchschneidung war in einem gut Teil der Fälle ein völlig negativer bezüglich der Beseitigung der Schmerzen. An die Stelle der HW-Durchschneidung hat daher in solchen Fällen, in denen der Indicatio causalis nicht genügt werden kann oder eine greifbare Causa peccans nicht eruierbar ist, in hartnäckigen schweren Fällen die Vorderseitenstrangdurchschneidung zu treten. In Fällen mit umschriebenem Schmerzgebiet kann unter sorgfältiger Abwägung des Pro und Contra die Blockierung einzelner Nervenstämme treten. Handelt es sich um reine Hautnerven, so kommt die Neurexhairese derselben in Betracht.

i) Die Interkostalneuralgien. Auch sie sind fast durchweg symptomatisch. In Betracht kommen für ihre Entstehung genau die-

selben Krankheitsprozesse des Rückenmarks, seiner Häute und Wurzeln, der Wirbelsäule, der Spinalganglien und der austretenden Nervenstämme, welche im vorangehenden Abschnitt für die Armneuralgie ausführlich



Abb. 80b.



Abb. 80a.

Osteoarthritis deformans posttraumatica. Sturz auf den Rücken, Bruch des Bogens des sechsten Brustwirbels. Keine initialen Mark- oder Wurzelsymptome. Allmähliche chronisch progressive Osteoarthritis deformans der Wirbelsäule mit heftigen Intercostalschmerzen, hauptsächlich im Bereiche des sechsten bis zehnten Intercostalnerven, gleichzeitig gastrische Krisen.

aufgezählt worden sind, mit dem Unterschied, daß eben diese Krankheitsprozesse auf die Thoracalnerven bzw. ihre zentrale Fortsetzung einwirken. Die Abb. 80a u. b stellt die Wirbelsäule eines Falles von posttraumatischer Osteoarthritis deformans dar, welche unter den heftigsten

Intercostalneuralgien verlief. Bei der Besprechung der Occipitalneuralgie habe ich erwähnt, daß diese nicht selten beim Pes planus und bei der Skoliose der Wirbelsäule beobachtet wird. Das gilt noch mehr für die Intercostalneuralgien, die besonders bei stärkerer Kyphoskoliose manchmal eine ungewöhnliche Heftigkeit annehmen können. Hervorgerufen werden sie offenbar durch direkten Druck der difformierten Wirbel auf die austretenden Nervenstämme. Durch entlastende Maßnahmen verschwinden sie. Etwas unklarer sind die Beziehungen der Intercostalneuralgien zum Pes planus. Ich verweise in dieser Beziehung auf das bei der Occipitalneuralgie Ausgeführte. Irradiierte Schmerzen im Bereich der Thoracalnerven spielen bei den Erkrankungen der inneren Organe eine große Rolle (vgl. Kapitel V).

Besondere Erwähnung verdienen die nicht selten nach überstandenen Infektionskrankheiten (Influenza, Grippe u. a.) auftretenden und die durch refrigeratorische Schädlichkeiten bedingten sogenannten rheumatischen Intercostalneuralgien. Ob nach Aussonderung auch dieser Fälle noch Fälle übrigbleiben, die als genuine idiopathische Intercostalneuralgie gelten dürfen, lasse ich dahingestellt.

Die operative Therapie besteht, soweit sie nicht der Indicatio causalis gerecht werden kann, in der Blockade der Interkostalnerven an ihrer Austrittsstelle aus der Wirbelsäule durch Novocain oder Alkohol, in der Neurexhairese der Intercostalnerven, in der Durchtrennung der hinteren und vorderen Wurzeln (letztere können ohne allzu großen Schaden geopfert werden) und schließlich in der Vorderseitenstrangdurchschneidung.

k) Die Neuralgien der Lumbalnerven (Ileohypogastricus, Ileoinguinalis, Genitofemoralis, Cutaneus femoris lateralis, Cruralis und Obturatorius). Auch sie sind so gut wie stets symptomatisch In Betracht kommen alle dieselben Krankheitsprozesse, welche bei den Neuralgien der Brachialnerven und Thoracalnerven aufgezählt worden sind. Die Abb. 81 stellt ein prägnantes Beispiel eines Falles von posttraumatischer, chronisch progredienter Difformierung der Wirbelsäule mit schwerster Cruralneuralgie dar. Ebenso wie Intercostalneuralgien werden auch nicht allzu selten Neuralgien der Lumbalnerven bei der Kyphoskoliose beobachtet. Dasselbe gilt vom Pes planus. Bald ist der ganze Lumbalplexus der Sitz der Schmerzen, bald sind es einzelne Nervenstämme desselben, am häufigsten der Cutaneus femoris lateralis (Meralgia paraesthetica). Besondere Beachtung verdienen unter den extrarhachidealen Prozessen, welche durch Druck auf die lumbalen Nerven symptomatische Neuralgien erzeugen, außer den retroperitonealen Tumoren des großen Beckens u. a. die Uretersteine. Da der Ureter den N. genito-

femoralis auf der Oberfläche des Psoas major direkt kreuzt, kommt es gelegentlich durch Druck auf diesen Nerven zu einer heftigen Genitofemoralneuralgie. Das Auftreten derselben kann geradezu den Moment anzeigen, in welchem der im Ureter vorrückende Stein an der Kreuzungsstelle mit dem Nerven angelangt ist. Leistenhernien führen nicht selten zu einer Neuralgie des Spermaticus externus oder Ileoinguinalis, Schenkelhernien zu einer solchen des Lumboinguinalis oder Cruralis. Dasselbe beobachten wir bei Senkungsabszessen, die in der Inguinallücke durch-



Abb. 81.
Posttraumatische Spondylitis. Sturz von einer Leiter. Komminutivfraktur des zweiten Lendenwirbels. Keine initialen Mark- oder Wurzelsymptome. Allmähliche Entwicklung einer schweren linksseitigen Cruralneuralgie.

treten, und bei Aneurysmen der Femoralis. Von Pseudoneuralgien der Lumbalnerven erwähne ich besonders die auf latenter Coxitis beruhende, welche bekanntlich häufig teils als Cruralneuralgie, teils als Obturatoriusneuralgie imponiert, da diese beiden Nerven an der sensiblen Versorgung des Hüftgelenkes wesentlich beteiligt sind. Auch bei Affektionen des Kniegelenkes kommt eine Pseudoneuralgie des Cruralis und besonders des Saphenus zur Beobachtung. Ferner sind hier die Pseudoneuralgien arteriosklerotischen Ursprungs und anderer vasculärer Genese (Claudicatio intermittens u. a.) zu erwähnen. Irradiierte Schmerzen im Gebiete der

Lumbalnerven sind bei Erkrankungen der inneren Organe keine Seltenheit, in Betracht kommen besonders Nieren- und Uretererkrankungen, Erkrankungen des Dickdarms und Rektums, aber auch der Appendix, Erkrankungen der Blase, des Hodens und Nebenhodens, der Ovarien, der Adnexe und des Uterus. Der Sitz der irradiierten Schmerzen umfaßt das Gebiet der obersten drei Lendendermatome, das ist in der Hauptsache das Gebiet des Ileohypogastricus, Ileoinguinalis, Cutaneus femoris lateralis, der Cutanei femoris anteriores, des Lumboinguinalis, Spermaticus externus und Cutaneus femoris internus.

Idiopathische Neuralgien der Lumbalnerven sind etwas Seltenes, wenn sie überhaupt existieren. Aber es soll nicht verschwiegen werden, daß die Zahl der Fälle neuralgiformer Schmerzzustände der Lumbalnerven mit unklarer Genese nicht gering ist. Eine gewisse Selbständigkeit besitzt die Neuralgie des Cutaneus femoralis lateralis, die ich einige Male ohne jede greifbare Ursache, auch ohne vorausgehenden Abusus in alcoholibus et nicotino beobachtet habe. Zu beobachten ist, daß dieser Nerv an seiner Durchschnittsstelle durch die Fascie leicht einer chronischen Traumatisierung ausgesetzt zu sein scheint. Auch scheint er gegen refrigeratorische Einflüsse besonders empfindlich zu sein. Die Neurexhairese des Nerven führte in mehreren Fällen meiner Beobachtung zu promptem und anhaltendem Erfolg. Auch Saphenusneuralgien ohne jede greifbare Ätiologie habe ich gesehen. In einem derartigen Falle habe ich die Blockade des Saphenus mittels Formalininjektion erfolgreich durchgeführt. In einem Falle habe ich eine das gesamte Versorgungsgebiet des Nerven umfassende Cruralneuralgie, von ungewöhnlicher Heftigkeit und ausgesprochen paroxysmalem Charakter beobachtet, ohne daß die geringste Ursache eruierbar war. Die Schmerzen waren so heftig, daß der Kranke häufig beim Stehen oder Gehen zusammenknickte, er stand mit ständig vorübergebeugtem Oberkörper da: wenn er sich gerade aufrichtete, setzte sofort ein furchtbarer Paroxysmus ein (Dehnungsphänomen des Cruralis).

Die Therapie der Neuralgien der Lumbalnerven erfolgt, wenn eine kausale Therapie nicht in Betracht kommt oder erfolglos ist, nach denselben Gesichtspunkten wie die der Brachial- und Thoracalneuralgien. Die Neurexhairese der sensiblen Nerven ist ohne Bedenken. Formalin- oder Alkoholinjektionen in die Nervenstämme sind bei gemischten Nerven speziell am Cruralis nur mit größter Reserve zulässig: die Hinterwurzeldurchschneidungen sind in ihrem Erfolge höchst unsicher, zur gleichzeitigen Durchtrennung vorderer Wurzeln wird man sich wegen der damit unvermeidlich verknüpften Lähmung nur schwersten Herzens entschließen. Und so steht auch für diese Fälle schwerer Lumbalneuralgie, die jeder

anderen Behandlung trotzen, als geeignetster Weg die Vorderseitenstrangdurchschneidung zur Verfügung.

l) Die Ischialgien. Ischialgie bedeutet nicht nur Schmerz im Bereiche des Hüftnerven, sondern häufig besteht auch Schmerz im Bereiche aller aus dem Plexus sacralis oder Ischiadicus hervorgehenden Nervenstämme, das sind außer dem N. ischiadicus der N. glutaeus superior, N. glutaeus inferior, der Cutaneus femoris posterior und die Nerven der Rollmuskeln. Eine gewisse Selbständigkeit zeigt gegenüber der Ischias im engeren Sinne die Neuralgie des Cutaneus femoris posterior. Auch gibt es Neuralgien der einzelnen Äste des Ischiadicus, des Cutaneus surae lateralis, Cutaneus surae medialis, Tibialis, Peroneus, Nn. calcanei, N. plantaris, Peroneus superficialis und Peroneus profundus.

Für die Ischias gilt fast genau dasselbe wie für die Trigeminusneuralgie. Obwohl die Ischias ein an sich sehr scharf umschriebenes und wohl charakterisiertes Krankheitsbild ist, ist doch bei ihr die Frage: symptomatisch oder genuin? von der größten Bedeutung. Die Zahl der Fälle symptomatischer Ischias ist viel größer als gemeinhin angenommen wird. Es würde eine Wiederholung dessen, was bei der Besprechung der anderen Neuralgien gesagt worden ist, bedeuten, wenn ich hier noch einmal alle die medullären, meningealen, radiculären, rhachidealen und extrarhachidealen Krankheitsprozesse aufzählen wollte, welche das Symptom des Hüftschmerzes erzeugen können. Ich will nur erwähnen, daß ich einen 11 cm langen Tumor der Cauda equina operiert habe, der 6 Jahre lang unter dem Bilde einer typischen, einseitigen Ischias verlaufen war und auch zur Zeit der Operation gar keine anderen Symptome bot: allein das Ergebnis der Lumbalpunktion hatte die Existenz des Tumors erwiesen. In einem Falle meiner Beobachtung, der klinisch ebenfalls eine seit Jahresfrist bestehende reine Ischias bot, deckte das Röntgenbild eine Metastase eines vor 6 Jahren operierten Mammacarcinoms auf. (Ischias der Mammaamputierten.) Mehrere Fälle meiner Beobachtung, die tatsächlich klinisch nichts boten, was über den Rahmen der reinen Ischias hinausging (der Achillesreflex war erhalten!), konnten durch Lumbalpunktion als Lues spinalis entpuppt werden. Seitdem ist für mich die Vornahme der Lumbalpunktion in allen Fällen hartnäckiger Ischias ein unerbittliches Postulat geworden. Es gibt zahlreiche Fälle, die klinisch das Bild der gewöhnlichen Ischias bieten, bei denen aber im Liquor eine pathologische Vermehrung des Eiweißgehaltes festgestellt wird. Diese Eiweißvermehrung bedeutet durchaus nicht immer eine Kompression der Cauda equina, sondern sie ist häufig der Ausdruck eines, seinem Wesen nach allerdings unklaren Krankheitsprozesses an den Meningen bzw. den Wurzeln. Mit Recht ist daher wiederholt darauf hingewiesen worden, daß es sich bei der

Ischias nicht selten um eine Radiculitis handelt. Ferner ist hinzuweisen auf die beträchtliche Rolle, welche die Bildungsanomalien der Wirbelsäule beim Zustandekommen der Ischias spielen: Spina bifida occulta et aperta, Sacralisation des fünften Lendenwirbels, Lumbalisation des ersten Kreuzwirbels, Veränderungen der Synchondrosis sacroiliaca sind gerade in neuester Zeit, seitdem man systematisch nach diesen Anomalien forscht, als ein häufiger Befund bei Ischias aufgedeckt worden (vgl. Abb. 82). Eine

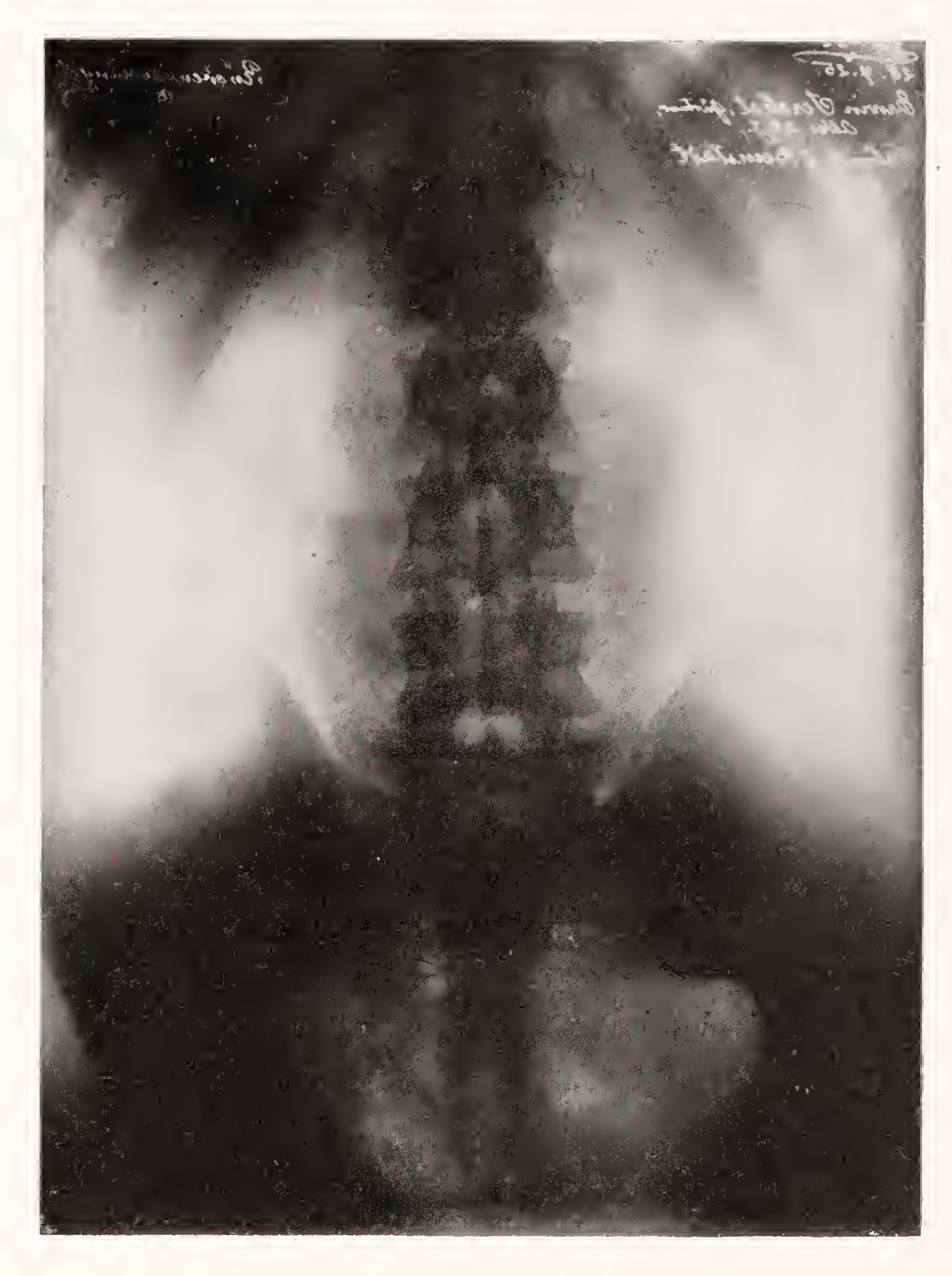


Abb. 82.
Lumbalisation des ersten Sacralwirbels. Es sind sechs Lendenwirbel vorhanden. Klinisch bestand schwere Ischias dextra.

meist nicht genügend beachtete Ursache der Ischias ist in Erkrankungen der Organe des kleinen Beckens zu erblicken. In Betracht kommen da keineswegs nur Tumoren des kleinen Beckens, sondern oft handelt es sich nur um geringfügige Veränderungen, Retroflexio uteri, leichte Adnexerkrankungen, Gravidität, manchmal einfache Koprostasen, die teils durch direkten Druck oder Zerrung, teils auf dem Wege venöser Stase irritativ auf den Hüftnerven einwirken. Häufig sind diese Veränderungen nicht die alleinige Ursache der Ischias, sondern nur einer der

Faktoren, welche im einzelnen Falle bei dem Zustandekommen des Hüftschmerzes zusammenwirken. Ihre Feststellung und Beseitigung ist aber ungemein wichtig, weil ihre Nichtbeachtung in vielen Fällen eine sonst erfolgreiche Therapie der Ischias zur Ohnmacht verdammt. Die gynäkologische Untersuchung gehört daher mit zu den unerläßlichen Maßnahmen bei jeder schweren, hartnäckigen Ischias. Auf eine besondere Ursache der Ischias hat Edinger aufmerksam gemacht; sie besteht in varicösen Erweiterungen der Venen des Hüftnerven. In Fällen mit den Zeichen deutlicher Krampfaderbildung an den unteren Extremitäten ist an diese Ätiologie jedenfalls mitzudenken. Ich übergehe die zahlreichen Fälle, in denen die Ischias die Folge einer toxisch oder infektiös bedingten Neuritis ist. Ich erinnere nur an die Ischias der Alkoholiker, Gichtiker, Diabetiker und Raucher. Ich weise auch nur kurz auf die arteriosklerotische Neuritis des N. ischiadicus hin, die gelegentlich unter dem Bilde der reinen Ischias beginnt. Traumatische Läsionen des Hüftnerven sind eine häufige Ursache der Ischias. Eine große Rolle im Mechanismus der Entstehung der Ischias spielt ferner der Pes planus. Auch er ist wohl selten die einzige Ursache, aber er trägt sehr oft beim Vorhandensein anderer ätiologischer Faktoren zur Entstehung des Hüftschmerzes bei und noch häufiger bildet er ein Hindernis für eine gründliche Beseitigung des Leidens. Es ist erstaunlich, welche günstige Erfolge man mit einer guten, mit Schwammgummi gepolsterten Plattfußeinlage in der Therapie der Ischias erzielt. Ich verordne sie fast in jedem Falle, schon zur Verhütung weiterer Recidive. Der Plattfuß spielt wohl darum eine so bedeutsame Rolle, weil der N. plantaris beim Stehen und Gehen fortwährend einem abnormen Druck ausgesetzt ist, während er bei normaler Fußwölbung vor diesem Druck gut geschützt ist. Daß der Druck auf irgend einen Abschnitt des Hüftnerven nicht selten die Schuld an dem Fortbestehen der Ischias trägt, geht auch daraus hervor, daß letztere — natürlich unter Vermeidung aller anderen Schädlichkeiten — häufig prompt zur Ausheilung kommt, wenn die Kranken es konsequent vermeiden auf harter Unterlage zu sitzen. Jeder Ischiaskranke sollte, wo immer er sitzt, ein weiches Kissen unterlegen. Ich habe einen Fall von Ischias beobachtet, der trotz Vermeidung aller sonstigen Schädlichkeiten und trotz der in analogen Fällen sonst so wirksamen Behandlung mit epiduralen Novocaininjektionen nicht restlos zur Heilung kommen wollte. Als Ursache hierfür stellte sich heraus, daß der Kranke gewohnt war mit übereinandergeschlagenen Beinen zu sitzen. Das Bein, welches der Gewohnheit entsprechend, übergeschlagen wurde, war das kranke Bein. Der hierbei auf den Hüftnerven in der Kniekehle ständig ausgeübte Druck, verhinderte die

Heilung, die auffallend rasch einsetzte, als der Kranke, auf das Schädliche seiner Gewohnheit hingewiesen, dieser fortan völlig entsagte. Unter den ätiologisch in Betracht kommenden Schädlichkeiten spielen bei der Ischias auch refrigeratorische Momente eine bedeutende Rolle. Nicht selten stellen sie überhaupt die einzig greifbare ätiologische Noxe bei dem Entstehen der Ischias dar und vollends sind sie häufig die wichtigste Ursache für das Fortbestehen des Leidens und für den Ausbrauch von Rezidiven. Kein Ischiaskranker darf mit bloßer Fußsohle oder nur mit einem Strumpf bekleidet, auf den Boden treten; vor Durchnässungen und Abkühlung der Fußsohle schützt am besten die oben erwähnte Schwammgummieinlage im Schuh. Sitzen auf Holz- oder Steinbänken oder gar auf dem Erdboden ist absolut zu vermeiden. In empfindlichen Fällen empfiehlt sich das Tragen einer Unterhose von Katzenfell. Die Bettunterlage und die Bettdecke sind stets durch Thermophore sorgfältig zu erwärmen. Ein kaltes oder gar feuchtkaltes Bett bildet eine ständige Gefahr für den Ischiaskranken.

Von Pseudoneuralgien des Ischiadicusgebietes erwähne ich nur latente Coxitiden, Affektionen des Kniegelenkes und vor allem Knochen- und Gelenkprozesse im Bereiche des Unterschenkels und Fußes. Ferner sind unter den Pseudoneuralgien vor allem die Arteriosklerose der Beingefäße und verwandte Gefäßprozesse zu erwähnen (Claudicatio intermittens). Bei jeder sogenannten Ischias sollen die Fußpulse kontrolliert werden. Häufig belehrt auch ein Röntgenbild über sklerotische Veränderungen der Art. tib. antica oder postica.

Die Therapie der Ischias gründet sich naturgemäß in erster Linie auf die Erkennung der im einzelnen Falle jeweils in Betracht kommenden Noxen und die strengste Vermeidung aller nebenherlaufenden schädlichen Faktoren. Unter den palliativen Maßnahmen stehen an erster Stelle die epiduralen Injektionen von Novocain, die bei genügender Konzentration des Mittels — ich injiziere jedesmal 0,1—0,2 Novocain auf 10,0 Aqu. dest. — und bei konsequenter Wiederholung — ich nehme die Injektionen in der Regel in Abständen von 3—4 Tagen, später alle 8—10 Tage vor — in der Mehrzahl der Fälle zum Ziele führen. Da, wo ich mit ihnen allein nicht auskomme, verbinde ich sie mit einer Lumbalpunktion, wobei offenbar das anästhesierende Pharmakon durch das Stichloch mit dem intraduralen Raum und damit mit den Sacralwurzeln in besseren Kontakt tritt. Die direkte endolumbale Injektion von Novocain, Stovain oder anderen Cocainderivaten, wie sie der Lumbalanästhesie zugrunde liegt, ist wegen der mit einer Wiederholung derselben verbundenen Gefahren für die Wurzeln und Hinterstränge zu vermeiden. Die peri- und endoneuralen Injektionen von Kochsalz,

Novocain, Pyramidon und anderen anästhesierenden Substanzen in den Stamm des Hüftnerven bieten der epiduralen Injektion gegenüber keine Vorteile und sind ihr nach meiner Erfahrung in Bezug auf die Erfolge entschieden unterlegen. Die blutige oder unblutige Nervendehnung des Hüftnerven ist wegen der Unsicherheit des Erfolges und wegen der mit ihr zweifellos verbundenen Gefahren für die motorischen Fasern des Nerven jetzt wohl fast allgemein aufgegeben. Ich will aber nicht leugnen, daß gelegentlich mit ihr gute Erfolge erzielt werden können. Ich kenne selbst derartige Fälle. Auch die von Stoffel 1911 inaugurierte Methode der operativen Behandlung der Ischias mittels Resektion der jeweils hauptsächlich beteiligten Bahnen des Cutaneus surae lateralis oder Cut. sur. medialis hoch oben im Stamme des Hüftnerven hat sich kein Bürgerrecht erworben und ist meines Wissens auch außer von Stoffel selbst kaum ausgeführt worden. Die Methode geht von der irrtümlichen Voraussetzung aus, daß der Ischias eine mehr oder weniger isolierte Erkrankung bestimmter sensibler Hautnervenbahnen im Hüftnervenstamm zugrunde liege. Das mag für einzelne seltene Fälle zutreffen, gilt aber sicher nicht für das Gros der Ischiasfälle, bei denen sich sämtliche afferenten Fasern des Hüftnerven, in erster Linie die den Muskeln und anderen tiefen Substraten entstammenden sensiblen Bahnen in krankhaftem Reizzustande befinden. Diese sind aber über den Querschnitt des Nerven diffus verstreut und isoliert nicht faßbar. Aber selbst zugegeben, daß es sich in einigen Fällen in der Hauptsache um eine isolierte Erkrankung des Cutaneus surae lateralis oder Cut. s. med. handelt, so ist auch deren isolierte Lage auf dem Querschnitt des Hüftnerven, da, wo Stoffel die Resektion desselben vorzunehmen empfiehlt, keineswegs immer vorhanden. Vielmehr ist ein beträchtlicher Teil der diesen Hautnerven entstammenden Fasern mit den anderen Fascikeln des Hautnerven mehr oder weniger innig untermischt, so daß höchstens ein Teil dieser Fasern der Resektion zugänglich ist. Vor allem aber ist zu bedenken, daß bei der Ischias der Reizzustand der Nervenfasern häufig sehr weit zentral, bis in das Gebiet der Wurzeln des Hüftnerven, reicht; dieser Reizzustand wird also von einer Resektion am Hüftnervenstamm garnicht erfaßt. Für die Ischias gilt im allgemeinen dasselbe, was oben bereits für die Trigeminusneuralgien aufgeführt wurde, die operative Blockade soll soweit zentral wie möglich angreifen. Darin gerade liegt ja auch einer der großen Vorteile der epiduralen Injektionen. Von operativen Maßnahmen, die dieser Forderung gerecht werden, ist die Resektion der hinteren Wurzeln zu nennen. Der Hüftnerv bezieht seine Fasern durch L_4, L_5, S_1, S_2, S_3. Es ist vielleicht von Interesse, darauf hinzuweisen, daß die erste Resektion hinterer Wurzeln, die über-

haupt ausgeführt worden ist, von Bennett im Jahre 1888 in einem Falle von schwerer Ischias vorgenommen wurde. Die Operation ist dann später noch in einigen anderen Fällen von Ischias angewandt worden. Bezüglich der Erfolge teilen diese Fälle das Schicksal, welches der Hinterwurzeldurchschneidung bei Schmerzzuständen ganz allgemein beschert gewesen ist. Neben einzelen Erfolgen stehen weit mehr Mißerfolge. Die hinteren Wurzeln sind eben nicht die einzigen Bahnen der Schmerzfasern, sondern ein gut Teil derselben passiert durch die vorderen Wurzeln. Zur gleichzeitigen Resektion auch der vorderen Wurzeln L_4—S_3, die beträchtliche Lähmungen im Gefolge haben würde, wird man sich kaum entschließen und lieber zur Vorderseitenstrangdurchschneidung seine Zuflucht nehmen.

l) Die Pudendusneuralgien. Der Plexus pudendus geht hauptsächlich aus dem dritten und vierten, zum Teil auch aus dem zweiten Sacralnerven hervor. Sein Hauptnerv ist der N. pudendus communis, der mit seinen Ästen, dem N. perforans, N. haemorrhoidalis inferior, N. perinei und N. dorsalis penis, die Haut der Analgegend, des Perineums, des Penis und Skrotums, bzw. die Labia majora et minora, sowie die Clitoris versorgt. Beim Mann wird auch die Schleimhaut der Urethra von ihm versorgt. Von Muskeln versorgt er den Sphincter ani externus, Transversus perinei profundus et superficialis, Ischio- und Bulbocavernosus und Sphincter vesicae externus. Außer dem N. pudendus entstammen dem Plexus pudendus noch Muskeläste für den Levator ani und M. coccygeus, ferner die Nn. haemorrhoidales medii, welche die Schleimhaut des Rectums, der Vagina, der Pars prostatica der Urethra beim Manne und die ganze Urethra beim Weibe versorgen. Irritative Prozesse im Bereiche des Plexus pudendus geben sich durch Schmerzen kund, welche speziell in den Anus, das Perineum und die äußeren Geschlechtsorgane, vielfach auch in die Urethra lokalisiert werden. Der Schmerz ist oft durch außergewöhnliche Heftigkeit und durch seinen paroxysmalen schießenden Charakter ausgezeichnet. Pudendusneuralgien sind wie die meisten anderen Neuralgien zumeist symptomatisch. Die Krankheitsprozesse, die sie hervorrufen, sind im Prinzip dieselben, welche wir bereits bei den Brachial-, Thoracal- und Sacralneuralgien besprochen haben; ich zähle dieselben daher nicht noch einmal einzeln auf. Ich erwähne nur das Vorkommen der Pudendusneuralgie bei conaler Tabes und bei anderen Erkrankungen des Conus terminalis. Ich habe sie in einem Falle von multipler Sklerose in ausgesprochenster Form beobachtet, ferner bei syphilitischen Wurzelaffektionen, bei traumatischen Läsionen der Sacralwurzeln, bei Tumoren der Cauda equina, in einem Falle von Osteosarkom des untersten Kreuzbeinabschnittes, sodann mehr-

fach bei Spina bifida occulta und mehrfach bei traumatischen Läsionen des N. pudendus selbst. Pseudoneuralgien des Pudendus sind keine Seltenheit bei Urethritis gonorrhoica oder bei Vulvovaginitis. Bei einer traumatischen Harnröhrenruptur, die ich selbst erlitten habe, war dieselbe sehr stark ausgesprochen. Ferner kommen sie bei entzündeten oder eingeklemmten Hämorrhoiden sowie bei Analfissuren nicht selten vor. Irradiierte Schmerzen im Gebiete des N. pudendus und zum Teil auch im Gebiete des Cutaneus femoris posterior sind häufig bei Erkrankungen der Blase, der Prostata und des Uterus sowie des Rectums.

Eine besondere Stellung nehmen die besonders bei Neuropathen vorkommenden sensiblen Irritationssyndrome im Gebiete des Plexus pudendus ein, der Pruritus ani et vulvae und der Vaginismus. Bei ersteren kommen neben dem äußerst quälenden Juckgefühl auch Schmerzen, zum Teil von heftigem neuralgischem Charakter, vor, beim Vaginismus steht die Überempfindlichkeit der Vulva im Vordergrund — die Krampferscheinungen seitens des Bulbo- und Ischiocavernosus und der gesamten Muskulatur des Beckenbodens sind reflektorisch bedingt, können aber ihrerseits einen sehr schmerzhaften Charakter annehmen. Sowohl dem Pruritus ani et vulvae wie dem Vaginismus liegen übrigens nicht selten organische Veränderungen der Regio anogenitalis zugrunde, dahin gehören Hämorrhoiden, Ekzeme des Perineums und der Vulva und ihrer Umgebung, ferner empfindliche Narben am Scheideneingang infolge von Vulva- oder Scheideneinrissen beim Partus u. a. Allerdings sind alle diese Veränderungen meist nur geringfügig und nicht ausreichend, um die furchtbaren Beschwerden, die den Pruritus ani et vulvae bzw. den Vaginismus auszeichnen und viele der damit behafteten Kranken zur Verzweiflung treiben, zu erklären. Ohne die Annahme eines besonderen Reizzustandes des N. pudendus kommen wir bei der Erklärung dieser Krankheit nicht aus, daher die Bezeichnung Ano-Genitalneurose. Ich bemerke aber, daß man im allgemeinen bei der Behandlung den oben erwähnten lokalen Veränderungen Rechnung tragen muß, andererseits kommt man in vielen Fällen damit allein nicht zum Ziele. Ich habe gute Resultate von häufig wiederholten Epiduralinjektionen gesehen. In einem Falle von schwerem Vaginismus habe ich durch mehrfach wiederholte endolumbale Novocaininjektionen auf lange Zeit die Beschwerden zum Schweigen gebracht, mußte dann aber doch radikaler vorgehen und habe die doppelseitige Resektion der N. perinei vorgenommen, wodurch die Kranke von ihrem Vaginismus völlig geheilt wurde. Bei Pruritus ani et vulvae bedarf es umfänglicherer Nervenausschaltungen, des gesamten N. pudendus, des Ramus perinealis des Cutaneus femoris lateralis und unter Umständen auch

noch des Spermaticus externus und Ileoinguinalis, welch letztere an der sensiblen Versorgung der äußeren Genitalien Anteil nehmen. Bei hartnäckigem, schwerem Pruritus ist von Sicard die doppelseitige Vorderseitenstrangdurchschneidung ausgeführt worden. Ob diese Operation immer erfolgreich sein wird, möchte ich bezweifeln, da ich bei doppelseitiger Vorderseitenstrangdurchschneidung mehrfach festgestellt habe, daß gerade die untersten Sacraldermatome ihr Schmerzgefühl bewahren (vgl. dazu Kap. VII), da offenbar der Schmerzleitung dieser Dermatome auch noch andere Wege (griseale Leitung) zur Verfügung stehen.

Die operative Behandlung der übrigen symptomatischen Pudendusneuralgien hat nach Möglichkeit der Indicatio causalis Rechnung zu tragen. Die palliativen Operationen sind dieselben, welche soeben für den Pruritus ani et vulvae besprochen worden sind. Die Resektion der hinteren Sacralis II—V sollte ohne zwingende Not nicht ausgeführt werden, da dadurch die reflektorische Tätigkeit des Sphincter vesicae et ani sowie die Sensibilität der Harnröhre und des Blasenhalses schwer geschädigt werden würde.

m) Die Coccygealneuralgie. Der Plexus coccygeus setzt sich aus dem 5. Sacralnerven und dem Coccygealfaden zusammen. Der wichtigste aus ihm hervorgehende Nerv ist der N. anococcygeus, welcher teils den M. coccygeus und manchmal auch den Levator ani versorgt, teils das Coccygeum und die über ihm gelegene Haut, sowie die Haut zwischen Anus und Coccygeum versorgt. Die Coccygealneuralgie ist charakterisiert durch Schmerzen des Steißbeins, die manchmal, ähnlich wie bei der Pudendusneuralgie von ungewöhnlicher Heftigkeit sein können. Beobachtet wird der Coccygealschmerz bei den verschiedensten Erkrankungen des Rückenmarks und der Cauda equina. In einem von mir beobachteten Falle von Tumor der Cauda equina stand er im Vordergrunde des klinischen Bildes, der Kranke konnte nicht sitzen, da durch den Druck, welchem das Steißbein dabei ausgesetzt war, sofort eine heftige Coccygealneuralgie ausgelöst wurde. Nicht selten schließt sich die Coccygealneuralgie an Traumen, welche das Coccygeum treffen, an, was verständlich ist, wenn man sich den Verlauf der Nn. anococcygei vergegenwärtigt, die von der Vorderseite des untersten Kreuzbeinwirbels und obersten Coccygealanteils kommend, sich beiderseits um das Coccygeum seitlich nach dessen Rückseite herumschlingen. Auch im Anschluß an Periostitiden des Coccygeums wird die Coccygealneuralgie beobachtet. Als Coccygodynie wird derjenige Coccygealschmerz bezeichnet, bei dem ein objektiver Befund am Coccygeum nicht erhoben werden kann. Ich selbst konnte aber in allen bisher unter dieser Diagnose laufenden Fällen Anomalien an diesem Skeletteil

feststellen; entweder handelte es sich um Verdickungen des Knochens, oder um seitliche Deviationen.

Die Behandlung der Coccygealneuralgie und Coccygodynie besteht, da wo nicht eine kausale Therapie ein anderes Vorgehen verlangt, in der Exstirpation des Steißbeins mit gleichzeitiger Resektion der Nn. anococcygei bzw. des ganzen Plexus coccygeus.

7. Die Visceralgien.

Zu den Neuralgien rechnet man vielfach auch die Schmerzzustände in der Sphäre innerer Organe. Man kann sie unter den Namen der Visceralgien zusammenfassen. Die bekanntesten Beispiele sind die Ciliarneuralgien, die Otalgien, die Laryngealgien, die Cardialgien, Aortalgien und Vasalgien, die Bronchialgien, die Gastralgien, Enteralgien, Hepatalgien und die Neuralgien der Gallenblase, Splenalgien, die Neuralgien des Pancreas, die Nephralgien und Vesicalgien, die Hodenneuralgien, die Ovarialgien, Uteralgien und die Mastodynie. Der Begriff der Visceralgie ist streng genommen nur da anwendbar, wo keine organische Erkrankung des betreffenden inneren Organs vorliegt, sondern, wo dem Organschmerz eine Irritation der afferenten Nerven desselben zugrunde liegt. Liegt dem Schmerz eine Erkrankung des betreffenden Organs zugrunde, so werden wir höchstens von Pseudovisceralgien sprechen dürfen und das höchstens auch nur dann, wenn der Organprozeß geringfügig ist und seiner Natur nach bei dem Durchschnittsmenschen keinen Schmerz oder keinen derartig heftigen Schmerz erzeugen würde. Wir haben in Kapitel IV ausführlich besprochen, welche peripheren Nerven der sensiblen Versorgung der einzelnen Organe unseres Körpers dienen. Im allgemeinen stehen wir auf dem Standpunkte, daß in erster Linie der Sympathicus mit der Schmerzleitung der inneren Organe betraut ist, und daß nicht sicher feststeht, inwieweit auch der Vagus und der Phrenicus, die sicher gleichfalls afferente Organnerven führen, überhaupt nennenswert an der Schmerzleitung beteiligt sind. Die Organe des kleinen Beckens, Blase, Mastdarm, Uterus, Vagina erhalten sicher Schmerzfasern außer durch den Sympathicus auch durch die sacralen Nn. pelvici (Nn. haemorrhoidales medii). Wir haben ferner im Kapitel VIII ausführlich dargelegt, durch welche spinalen Wurzeln die sympathischen afferenten Fasern der einzelnen inneren Organe in das Rückenmark eintreten, und durch welche Wurzeln die nicht sympathischen Fasern (Vagus, Phrenicus, Pelvici) passieren.

Visceralgien, soweit sie nicht durch direkte Erkrankungen der betreffenden inneren Organe bedingt sind, können erstens durch greifbare irritative Krankheitsprozesse, die auf die afferenten Leitungsbahnen des

betreffenden Organs einwirken, hervorgerufen werden. Das bekannteste Beispiel derartiger symptomatischer Visceralgien sind die tabischen Visceralgien oder tabischen Krisen; es gibt tabische Augenkrisen, Ohrkrisen, Larynxkrisen, Pharynx- und Ösophaguskrisen, Magen-, Darm- und Rectalkrisen, Herzkrisen, Bronchialkrisen, Nieren- und Blasenkrisen, Hoden- und Eierstockskrisen und Mammakrisen. Allen diesen Schmerzzuständen in der Sphäre der verschiedenen inneren Organe liegt ein pathologischer Reizzustand der afferenten Bahnen des betreffenden Organs innerhalb der entsprechenden hinteren Wurzeln bzw. den entsprechenden Hirnnerven zugrunde. Andere Beispiele symptomatischer Visceralgien sind bereits bei Besprechung der symptomatischen Neuralgien des Trigeminus, Intermedius, Glossopharyngeus und Vagus angeführt worden. Ferner gehören hierher einzelne Fälle von Herpes zoster der Thoracalganglien, in denen heftige Visceralgien bestehen. Sieding beobachtete heftige Mastodynie in einem Falle von Herpes zoster des 5. bis 7. Thoracalganglions, ich selbst sah heftigste Gastralgie bei Herpes zoster im Bereiche des 7. bis 9. Thoracalganglions; analoge Beobachtungen hat Head gemacht. Einen Fall von heftigen gastrischen Krisen infolge einer genetisch unklaren Arachnitis serosa cystica der 7. bis 10. Dorsalwurzel haben Küttner und ich beobachtet; eine analoge Beobachtung liegt seitens Leriche's vor. Heftige anhaltende gastrische Krisen sah ich in einem Fall von traumatischer Läsion der Wirbelsäule mit Bruch des Bogens des 6. Brustwirbels und schwerer konsekutiver Osteoarthritis deformans (vgl. Abb. 80). Bei tuberkulösen Spondylitiden mit Beteiligung der mittleren Dorsalwurzeln sind Gastralgien und Magenkrisen nicht allzu selten. Tumoren der Cauda equina können das Bild der Vesicalgie oder Rectalgie bzw. der Blasen- und Mastdarmkrise erzeugen.

Ferner kommen bei irritativen Prozessen des Sympathicus und seiner Äste Visceralgien zur Beobachtung. Besonders scheinen gewisse Infektionskrankheiten (Scharlach, Diphtherie, Influenza u. a.) gelegentlich schwere Neuritiden des Sympathicus im Gefolge zu haben, die sich durch die verschiedensten Visceralgien kundtun.

Diesen symptomatischen Visceralgien stehen die sogenannten idiopathischen Visceralgien gegenüber, bei denen bisher keine anatomisch faßbaren Veränderungen der afferenten Bahnen der inneren Organe aufgedeckt worden sind. Diese Gruppe engt sich aber immer mehr ein. So wurden neuerdings bei der sogenannten Angina pectoris vasomotorica in den exstirpierten Ganglien des sympathischen Grenzstranges ausgesprochene histologische Veränderungen aufgedeckt (z. B. Brüning), dgl. bei Raynaud'scher Krankheit. Trotz dieser Befunde

bleiben vorläufig noch zahlreiche andere Fälle von Visceralgien übrig, bei denen bisher keine anatomischen Veränderungen der afferenten Organfasern gefunden werden. Diese können als idiopathische Visceralgien bezeichnet werden. Auf die Druckempfindlichkeit der sympathischen Ganglien und Geflechte in der Abdominalhöhle bei derartigen Visceralgien hat vor allem Buch aufmerksam gemacht, und er erblickt die Ursache der Organschmerzen in einer Irritation der sympathischen Geflechte und Nervenbahnen.

Viele dieser Visceralgien treten im Rahmen einer allgemeinen Neuropathie auf; teils handelt es sich dabei um Individuen mit einer ganz allgemein gesteigerten Erregbarkeit des Nervensystems, teils beschränkt sich letztere im wesentlichen auf die afferenten und efferenten Systeme der inneren Organe, ja nicht selten auf die eines einzelnen Organs. Wir müssen uns meines Erachtens das Zustandekommen der Organschmerzen in diesen Fällen wohl so vorstellen, daß die mannigfachen an jedem Organ sich ja fortwährend abspielenden Vorgänge, die normaliter vollkommen schmerzunterschwellige Reize darstellen, bei der gesteigerten Erregbarkeit des Schmerzsystems eines bestimmten Organs die Bedeutung eines überschwelligen Reizes haben, oder daß an sich ganz leichte, harmlose, normaliter nicht schmerzhafte krankhafte Veränderungen für solche Individuen schmerzhaft werden. Im letzteren Fall handelt es sich streng genommen um Pseudovisceralgien; aber man wird zugeben, wie fließend hier die Grenzen sind. Daß beim Zustandekommen der Visceralgien emotive Erregungen eine große Rolle spielen, ist ja genugsam bekannt. Zahlreiche Visceralgien müssen als thymogen bedingt angesprochen werden. Ich erinnere in dieser Hinsicht an meine Ausführungen über den psychogenen Schmerz in Kap. X. Gerade bei den thymogenen Visceralgien spielen meines Erachtens die durch die Emotion hervorgerufenen peripheren Zustandsänderungen eine große Rolle. Wir wissen, daß durch die Emotion nicht nur eine Kontraktion der Gefäße, sondern auch eine solche der Muskulatur der inneren Organe ausgelöst wird, und diese letzteren bilden offenbar eine wesentliche Ursache der der Emotion folgenden Organschmerzen.

Die operative Behandlung der Visceralgien hat in der jüngsten Epoche der Chirurgie des vegetativen Nervensystems eine große Bedeutung erlangt. Sie besteht in erster Linie in der Unterbrechung der afferenten Bahnen desjenigen Organs, welches der Sitz der Schmerzen ist. Die Unterbrechung kann an den peripheren Nerven des betreffenden Organs erfolgen, aber der Eingriff kann auch an den zugehörigen spinalen Wurzeln und schließlich auch am Vorderseitenstrang erfolgen. Es ist ohne weiteres ersichtlich, daß die operative Unterbrechung der affe-

renten Bahnen eines bestimmten Organs, wo immer sie auch erfolgen mag, auch in allen Fällen von ausgesprochenen Erkrankungen des betreffenden Organs, die mit Schmerzen einhergehen, letztere beseitigen kann. Und tatsächlich ist die operative Blockierung der afferenten Bahnen der einzelnen Organe auch aus dieser rein palliativen Indikation heraus in zahlreichen Fällen mit gutem Erfolg durchgeführt worden. Ich gebe im Folgenden eine kurze Übersicht über die bisher bei organischen Erkrankungen innerer Organe sowie bei symptomatischen und idiopathischen Visceralgien ausgeführten Operationen.

Von der Annahme ausgehend, daß die afferenten Herznerven in der Hauptsache durch den Sympathicus passieren, hat schon 1892 François Franck zur Bekämpfung der Angina pectoris die Resektion des Halssympathicus vorgeschlagen. Zum ersten Male ausgeführt wurde die Operation 1916 durch Jonnescu. Seitdem ist sie von zahlreichen Autoren teils mit, teils ohne Erfolg ausgeführt worden (Brüning, Coffey und Brown, Kappis, Kümmell, Pleth, Bacon, Flörcken u. a.). Man hat dabei entweder die drei Halsganglien des Sympathicus und das oberste Brustganglion exstirpiert oder nur das obere Halsganglion (Coffey und Brown). Danielopolu schlägt vor, das Ganglion stellatum nicht zu exstirpieren, sondern es dadurch zu isolieren, daß man seine Verbindung mit dem Halsgrenzstrang, also den Nerf vertébral durchtrennt und außerdem die Rami communicantes vom Ganglion stellatum zum sechsten bis achten Cervicalnerven und ersten Thoracalnerven durchtrennt. Da die afferenten sympathischen Bahnen des Herzens in der Hauptsache durch die obersten Dorsalnerven ins Rückenmark eintreten (D_1—D_4), so dürfte die Durchtrennung der Rami communicantes zu den Halsnerven a priori nicht notwendig sein. Hingegen erscheint ein früherer Vorschlag Danielopolu's, den zweiten bis vierten Intercostalnerven so zu neurexhaisieren, daß die Rami communicantes derselben mit durchtrennt werden, nicht irrationell. Ob diese Ausschaltung allerdings ausreicht, besonders wenn D_1 nicht mit berührt wird, erscheint zweifelhaft. Zu bedenken ist auch, daß, wenigstens nach den Untersuchungen Head's, ein Teil der afferenten Herzbahnen auch durch tiefere Thoracalnerven ins Rückenmark (D_5—D_8) gelangt. Es ist allerdings nicht gesagt, daß die Ursprungszellen dieser tieferen thoracalen Herzfasern auch in den zugehörigen Grenzstrangganglien liegen müssen. Wir wissen ja bisher noch nichts sicheres darüber, ob die Ursprungszellen der afferenten Visceralfasern in den Grenzstrangganglien oder in peripheren sympathischen Ganglienknoten oder in den Spinalganglien gelegen sind oder, wie manche Autoren vermuten, in Zellen der grauen Substanz des Rückenmarks selbst zu suchen sind. Anderseits

wissen wir aber, daß unterhalb des Ganglion cervicale inferius und Ganglion thoracale I keine Fasern aus dem Grenzstrang zum Herzen hinziehen. Ich habe bisher noch keine Operation am Sympathicus wegen Cardialgien vorgenommen, aber auf Grund der Vorstellungen, die wir uns über den Verlauf der afferenten sympathischen Herzfasern machen müssen, bin ich der Meinung, daß die Resektion des Grenzstranges in der Höhe des Ganglion thoracale I einschließlich dieses letzteren und einschließlich des Ramus cardiacus inferior und imus vollauf genügen müßte.

Die Operationen am Sympathicus wegen Angina pectoris sind meist nur linksseitig ausgeführt worden. Doch gibt es auch Fälle, in denen erst die doppelseitige Sympathicusresektion zum Ziel führte, nachdem die einseitige ergebnislos geblieben war. Das darf nicht wundernehmen, da wir wissen, daß die afferenten Herznerven nicht nur im linken Sympathicus enthalten sind. Über die Erfolge der Sympathicusoperation wegen Angina pectoris haben 1925 Schittenhelm und Kappis genauer berichtet.

Für die Beurteilung des Erfolges der Sympathicusoperation ist es wichtig, darauf hinzuweisen, daß nicht feststeht, ob derselbe nur auf die Unterbrechung afferenter Bahnen zurückzuführen ist. Möglicherweise spielt dabei auch die Ausschaltung efferenter Bahnen eine Rolle. Ich kann hier nicht in eine Diskussion der Frage nach dem Wesen der Angina pectoris eintreten. Jedenfalls steht dabei die Lehre vom Spasmus der Coronararterien im Mittelpunkt (Potain, Huchard u. a.). Bestritten wird die Bedeutung des Coronargefäßkrampfes besonders von Vaquez, Wenckebach, R. Schmidt u. a. Unterstellen wir die Potain'sche Lehre als richtig, so stoßen wir auf die große Schwierigkeit, die darin besteht, daß der Sympathicus zwar fast durchweg vasokonstriktorische Gefäßnerven führt, aber gerade für die Coronargefäße der Vasodilatator sein soll. Seine Exstirpation müßte also zunächst dazu führen, den Gefäßkrampf nur noch zu erhöhen. In dieser Hinsicht ist aber dasselbe zu bedenken, was ich bereits früher bei der Besprechung des Erfolges der Sympathicusexstirpation bei der Trigeminusneuralgie ausgeführt habe: Der definitive vasomotorische Effekt nach Sympathicusdurchschneidung hängt nicht allein davon ab, daß vasokonstriktorische Fasern unterbrochen werden, sondern auch davon, daß die im Sympathicus gleichfalls enthaltenen Hemmungsbahnen für die Vasokonstriktion ausgeschaltet werden; daher kommt es nach Sympathicusdurchschneidung im Gesicht nach anfänglicher Hyperämie später zur Cyanose und Anämie infolge von Konstriktion der Arteriolen. Für das Herz würde per analogiam folgen, daß die Ausschaltung des Herz-

sympathicus zunächst Vasokonstriktion, später aber Vasodilatation nach sich ziehen müßte. Ich muß auf diese Gesichtspunkte hinweisen, weil das Problem des Erfolges der Sympathicusexstirpation bei der Bekämpfung von vasomotorischen Zuständen und von Schmerzzuständen eben wesentlich komplizierter ist, als es auf den ersten Blick erscheint.

An die Stelle der Resektion des Sympathicus ist besonders von Mandl und Brüning die paravertebrale Infiltration mit Novocain nach dem Vorgange von Laewen und Kappis empfohlen worden. Oft wird der Erfolg nur temporär sein, vielfach ist aber auch eine anhaltende günstige Wirkung beobachtet worden. Hauptsächlich kommt es auf die Ausschaltung des Ramus communicans des ersten und zweiten Thoracalnerven an. Neuerdings empfiehlt Mandl die paravertebrale Infiltration von C_7—D_4.

Ich habe in dem Kapitel über die afferenten Bahnen des Herzens hervorgehoben, daß außer dem Sympathicus auch der Vagus Schmerzfasern des Herzens führt. Besonders Wenckebach vertritt den Standpunkt, daß die Angina pectoris eine Aortalgie sei und daß der Vagus der schmerzleitende Nerv des Anfangsteiles der Aorta sei. Ihn gelte es also auszuschalten. Speziell soll der N. depressor die afferenten Herzfasern führen. Die Resektion des Depressor, die sich wegen der anatomischen Irregularitäten dieses Nerven beim Menschen keineswegs einfach gestaltet, ist von Eppinger und Hofer, Odermatt, Sörensen u. A. mit und ohne Erfolg ausgeführt worden. Brüning hebt hervor, daß bei der Beurteilung der Erfolge nicht übersehen werden dürfe, daß im Depressor auch sympathische Fasern enthalten seien, was allerdings meines Erachtens nicht erwiesen ist; und selbst die Existenz einzelner solcher Fasern zugegeben, dürfte es doch gekünstelt erscheinen, nun den ganzen Operationserfolg der Resektion gerade dieser wenigen sympathischen Fasern gutzuschreiben. Indessen darf bei der Erklärung der Wirkung der Depressorausschaltung nicht unberücksichtigt bleiben, daß die Funktion, die der afferente Depressor normaliter ausübt, in einer reflektorischen Erregung des Vaguskernes, die zu einer Verlangsamung der Herzschlagfolge führt, und in einer Hemmung des Vasokonstriktorenzentrums in der Oblongata, die eine Erweiterung der peripheren Gefäße zur Folge hat, besteht. Depressorerregung senkt den Blutdruck, Depressorausfall wirkt also pressorisch. Ob letzteres bei dem der Angina pectoris zugrunde liegenden komplexen Mechanismus von Vorteil für den Kranken ist und im Sinne der Minderung der Beschwerden wirken kann, sei dahingestellt. Ich erwähne es nur wieder, um die Kompliziertheit des Problems zu illustrieren.

Dann sind noch kombinierte Operationen am Sympathicus und Vagus gleichzeitig ausgeführt worden. Tuffier hat bereits 1911 bei

Angina pectoris die Exstirpation des Nervengeflechtes der Aorta ascendens durchgeführt, bei der sowohl sympathische wie Vagusfasern erfaßt werden. Die gleichzeitige Resektion des Halssympathicus und des Depressor ist von Borchardt, Flörcken, Danielopolu u. a. ausgeführt worden.

Das bisher vorliegende Material über die Erfolge der Ausschaltung der afferenten Herznerven bei Angina pectoris gestattet noch kein sicheres Urteil, welche Operationsmethode den Vorzug verdient. So viel aber dürfte meines Erachtens sicher sein, daß, wenn man Herzschmerzen wirksam und nachhaltig bekämpfen will, die Unterbrechung aller afferenten Bahnen, also des Vagus und Sympathicus gleichzeitig die meiste Aussicht auf dauernden Erfolg haben dürfte. Dabei habe ich dem Phrenicus, der möglicherweise auch ein afferenter Herznerv ist, noch garnicht Rechnung getragen, und es ist nicht ausgeschlossen, daß, selbst bei totaler Ausschaltung aller sympathischen und vagischen Herzfasern, eine am Herzen angreifende irritative Noxe sich via Phrenicus noch wirksam durchsetzen und zu Schmerzen führen kann.

Eine Ausschaltung der sympathischen afferenten Herznerven im Bereiche der spinalen Wurzeln ist bisher nicht vorgenommen worden. In Betracht käme die Resektion von D_1—D_3, eventuell auch noch tieferer Thoracalwurzeln. Am sichersten müßte die Resektion der hinteren und vorderen Wurzeln wirken. Vorderseitenstrangdurchschneidungen bei Angina pectoris sind ebenfalls nicht ausgeführt. Ebensowenig war die Vaguswurzel bisher Angriffspunkt der operativen Intervention bei Herzkrankheiten. Das Gleiche gilt vom N. phrenicus oder den Phrenicuswurzeln.

Erkrankungen der Gefäße, die mit Schmerzen einhergehen, sind in den letzten Jahren sehr oft Gegenstand chirurgischer Intervention geworden. Dahin gehören vor allem die Claudicatio intermittens, angiospastische Gefäßzustände, besonders die Raynaud'sche Krankheit, und die ihr verwandten Akroparästhesien, die Migräne, aber auch endarteriitische und sklerotische Gefäßprozesse. Die Erfolge der gegen diese Zustände empfohlenen periarteriellen Sympathektomie beruhen vielleicht zum Teil auf der Unterbrechung der mit den Gefäßen verlaufenden afferenten Gefäßnerven, in erster Linie sicher aber auf der Beseitigung des peripheren Gefäßspasmus, an dessen Stelle bekanntlich nach der periarteriellen Sympathektomie eine mehr oder weniger ausgesprochene und mehr oder weniger lange anhaltende periphere Vasodilatation tritt. Am befriedigendsten sind die Resultate der periarteriellen Sympathektomie bei den sogenannten angiospastischen Neurosen, besonders bei der Raynaud'schen Krankheit und bei den Akroparästhesien (Leriche, Hahn, Kümmell, Brüning, Mauclaire, Forster, Ramond, Gernez

et Petit, Hellwig, Jeannewey, Kirschner, Kulenkampff, Müller, Volkmann, O. Foerster, Stieda, Le Veillet, Enderlen, Jenckel, Lehmann, Kaess, Mac Nealy u. a.), doch wird auch über Mißerfolge berichtet (Leriche, Ramond, Gernez et Petit, Guillemin, W. Lehmann, Campbell, Brüning, Sicard, Robineau u. a. Zu den nervösen angiospastischen Zuständen, bei denen die periarterielle Sympathektomie mit Erfolg ausgeführt worden ist, gehören auch die besonders von Babinski und Froment als Troubles nerveux d'ordre reflexe beschriebenem Zustände. In solchen Fällen haben besonders Leriche und Hohlbaum Erfolge erzielt.

Die Symptomatologie dieses zentripetalen Irritationssyndroms ist eine recht mannigfache. In der motorischen Sphäre überwiegen die Kontrakturen und Haltungsanomalien verschiedenster Art, unwillkürliche motorische Reizerscheinungen in Form von Zittern, Tics, choreiformen Bewegungen, Myoklonie usw., oft verbunden mit pseudospastischer Parese und verwandten motorischen Erscheinungen, in anderen Fällen besteht das Bild der sogenannten schlaffen Reflexlähmung. In der sensiblen Sphäre bestehen Schmerzen und Parästhesien der verschiedensten Art mit und ohne objektive Sensibilitätsdefekte. In der vegetativen Sphäre beherrschen die vasomotorischen Erscheinungen, vor allem Cyanose und Anämie, das Bild, verbunden mit Störungen der Schweißsekretion (Anhidrosis, Hyperhidrosis), des Haarwachstums (Hypertrichie, Hypotrichie), des Nagelwachstums, der Hautbeschaffenheit, der Knochenstruktur (Sudek'sche Atrophie). Babinski erblickt das Wesentliche bei allen diesen Erscheinungen in dem angiospastischen Zustande der Blutgefäße, der durch den durch das Trauma erzeugten sensiblen Reiz reflektorisch bedingt ist und unterhalten wird, aber seinerseits alle übrigen Symptome hervorrufen soll. In der Babinski'schen Auffassung steckt sicher ein richtiger Kern, aber es darf nicht übersehen werden, daß bei der Entstehung und vor allem bei Fortdauer des Syndroms ein thymogener Faktor stark mitbeteiligt ist. In Deutschland sind die von Babinski meisterhaft beschriebenen Bilder von der Mehrzahl der Autoren für rein psychogen gehalten worden.

Bei Migräne hat Witzel kürzlich über gute Resultate mit der von Hellwig vorgeschlagenen periarteriellen Sympathektomie an der Carotis berichtet. Diese Erfolge sprechen zu Gunsten der vasomotorischen Theorie der Migräne, welche die Ursache des Schmerzes in einem Krampf der Gehirngefäße erblickt. Auf Grund dieser Anschauung hatte schon Jonnescu in einem Falle von schwerer Migräne den Halssympathicus doppelseitig exstirpiert und danach 2 Jahre lang keine Anfälle mehr beobachtet. Auch Delrez hat ein günstiges Resultat mitgeteilt. Ich habe bereits im Kapitel I ausgeführt, daß ich auf dem Standpunkt stehe, daß die Migräne im wesentlichen eine Vasalgie ist, der spastische Zustand der Gehirngefäße ist die Ursache des Schmerzes. Nur bin ich der Meinung, daß in der Mehrzahl der Fälle von echter Migräne der Gefäßkrampf nicht so sehr das Distributionsgebiet der Carotis interna als vielmehr das der cerebri posterior (Vertebralis) betrifft.

Jedenfalls sollte auf diesen Punkt bei der operativen Behandlung der Migräne durch die periarterielle Sympathektomie sorgfältig geachtet werden.

Den rein angiospastischen Zuständen nahe steht die Claudicatio intermittens insofern, als bei dieser ätiologisch ja nicht einheitlichen Krankheit (Tabak, Blei, Arteriosklerose, Lues u. a.) zwar meist eine organische Veränderung der Gefäßwand besteht oder in der Entwicklung begriffen ist, andererseits aber einfache angiospastische Zustände besonders anfangs eine entscheidende Rolle spielen. Diese letzteren können durch die periarterielle Sympathektomie wirksam bekämpft werden. Das lehren besonders Beobachtungen von Cassirer, Nordmann, Higier, Schlesinger u. a., denen allerdings auch Mißerfolge gegenüber stehen (Callander, Leriche, Elving). Viel spärlicher und vorübergehender sind die Erfolge der periarteriellen Sympathektomie da, wo bereits eine ausgesprochene Wanderkrankung der Gefäße vorliegt. Die Zahl der Fälle von Arteriosklerose und Endarteriitis obliterans, bei denen die periarterielle Sympathektomie ausgeführt worden ist, ist sehr groß (Leriche, Brüning, Aubert, Aigrot, Calandra, Elving, Küttner, Martynoff, Mühsam, Chaton, Chastenet, Jianu, Jeannewey, Partsch, Philippowicz, Kappis, Bolo, Butoianu, Stoian, Guillemin, Halstead, Kagan, Moschkoff, Schlesinger, Gilbert, Schamoff, Jegorow, Florescu, G. Müller, Christopher, Enderlen, Matheis, Hohlbaum, Migniac, Kaess, Sherwood, Kirschner, O. Foerster u. a.). Man wird den Erfolg der Operation in diesen Fällen nicht allein danach bemessen dürfen, ob die drohende oder schon vorhandene Gangrän günstig beeinflußt werden konnte oder nicht, sondern auch danach, ob die Schmerzen gebessert oder ganz beseitigt werden konnten. Letzteres gelang in einer Reihe von Fällen, in denen die Gangrän selbst nicht nachweislich beeinflußt werden konnte oder gar fortschritt.

Die Beseitigung der Schmerzen durch die periarterielle Sympathektomie kommt m. E. auf zweifachem Wege zustande; in erster Linie wird durch die Operation der Gefäßkrampf aufgehoben und durch die konsekutive periphere Vasodilatation eine bessere Durchblutung der gesamten Gewebe des Gliedes erzielt: dadurch fällt der vorher vorhandene Reiz auf die peripheren Schmerzrezeptoren, welcher durch die Gewebsanämie gebildet wurde, fort. Es darf nicht übersehen werden, daß die Quelle des Schmerzes bei den rein angiospastischen Zuständen ebenso wie bei den arteriosklerotischen und obliterierenden Gefäßerkrankungen eben eine doppelte ist; einmal ist der Gefäßkrampf an sich schmerzhaft, zweitens wird durch den Gefäßkrampf und die mit

ihm verbundene Anämie der Gewebe ein algophorer Reiz auf die peripheren Schmerzrezeptoren ausgeübt und dazu kommt wahrscheinlich bei den mit direkter Wanderkrankung einhergehenden Gefäßprozessen drittens noch der Umstand, daß diese Wanderkrankung selbst eine Quelle des Schmerzes sein kann.

Ob die Unterbrechung der in der Gefäßadventitia enthaltenen afferenten Bahnen der Gefäße bei der Beseitigung der Schmerzen eine praktisch in die Wagschale fallende Rolle spielt, muß dahingestellt bleiben. Denn es darf nicht übersehen werden, daß ja afferente Bahnen von den Gefäßen auch distal und proximal von der Stelle, an welcher die periarterielle Sympathektomie ausgeführt wird, abgehen und sukzessive in die großen Nervenstämme der Extremitäten übertreten. Es werden also durch die Operation auf keinen Fall die peripher von der Operationsstelle gelegenen Gefäßabschnitte völlig deafferentiert. Wollen wir das erreichen, so müßten wir sämtliche Nervenstämme, welche afferente Gefäßbahnen aufnehmen, durchtrennen und außerdem noch die lange geschlossene Gefäßbahn, welche für den Arm via Subclavia, für das Bein via Iliaca communis und Aorta in den Grenzstrang gelangt, ausschalten, ein, wie ohne weiteres ersichtlich, viel zu teuer bezahltes Unterfangen. Wir wissen nichts Bestimmtes darüber, wie die in die Nervenstämme übergetretenen afferenten Gefäßbahnen ins Rückenmark gelangen, ob sie mit den Nervenstämmen in die Plexus und aus diesen mit den einer Extremität zugeordneten hinteren und vorderen Wurzeln direkt ins Rückenmark eintreten, oder ob sie den Plexus durch die Rami communicantes verlassen, in den Grenzstrang und von diesem erst wieder durch Rami communicantes in die Rückenmarkswurzeln gelangen. Und wenn es auf diesem letzteren Weg geschieht, so wissen wir nicht, durch welche Wurzeln die Gefäßbahnen einer Extremität ins Rückenmark eintreten: z. B. ob die des Armes durch die cervicalen Wurzeln oder durch obere und mittlere Thoracalwurzeln, die des Beines durch die lumbosacralen Wurzeln oder durch die oberen Lenden- und unteren Thoracalwurzeln passieren. Infolge dieser Unkenntnis können wir vorläufig auch die Resektion von Rückenmarkswurzeln zur Bekämpfung von Vasalgien nicht in Aussicht nehmen. Dagegen wissen wir, daß auch der Gefäßschmerz durch den Vorderseitenstrang geleitet wird, die Durchtrennung desselben kommt also unter Umständen zur Beseitigung von Gefäßschmerzen in Betracht. Ausgeführt ist die Operation meines Wissens aus dieser Indikation heraus bisher noch nicht.

Bei Schmerzzuständen, die von den Repirationsorganen ausgehen, kommen folgende operativen Eingriffe in Betracht. Zunächst ist bei Kehlkopftuberkulose zur Beseitigung der Schmerzen und für Behebung des

reflektorisch bedingten Spasmus glottidis die Blockierung der afferenten Nerven des Larynx seit langem bekannt. Dieselbe ist durchweg nur an dem N. laryngeus superior ausgeführt worden, obwohl auch der N. recurrens afferente Bahnen des Larynx führt. Die Blockade des Laryngeus superior kann temporär mittels percutaner Novocaininfiltration oder als Dauerblockade perkutan mittels Alkoholinjektion, oder nach Freilegung des Nerven durch Vereisung oder Alkohol- oder Formalininjektion in den Nervenstamm erfolgen. Die permanente Leitungsunterbrechung hat den Nachteil, daß der Aditus laryngis anästhetisch wird und damit die Gefahr der Aspiration von Ingestis beim Schluckakte besteht. Es ist also das Pro und Contra der Operation sorgfältig zu erwägen. Bei sogenannter Laryngealneurose (s. S. 226) habe ich mehrfach die wiederholte doppelseitige percutane Novocaininfiltration der Nn. laryngei superiores mit Erfolg ausgeführt. Über die operative Behandlung der tabischen Larynxkrisen wird in Kapitel XI berichtet werden. Zur Bekämpfung des Asthma bronchiale ist die Resektion des Halssympathicus von Kümmell vorgeschlagen und sowohl von ihm wie von Floercken, Clairmont u. a. mit Erfolg ausgeführt worden. Kümmell ist der Meinung, daß der Erfolg auf die Entfernung der zahlreichen im Halssympathicus enthaltenen Vagusfasern zurückzuführen sei; Brüning hält dies, meines Erachtens mit Recht, für höchst unwahrscheinlich und verwirft daher die ganze Methode als irrationell. Da der Vagus der innervatorische Nerv der Bronchialmuskulatur ist, hat B. in 3 Fällen den Vagus einseitig, nach Abgang des Recurrens durchtrennt, davon aber keinen Erfolg gesehen. Hingegen berichtet Kappis über eine erfolgreiche einseitige Vagusresektion bei Asthma bronchiale. Der Brüning'sche Vorschlag ist durchaus logisch: er geht dahin, den efferenten Schenkel des dem Asthma bronchiale zu grunde liegenden Reflexes, der zweifellos durch den Vagus passiert, auszuschalten; einen durchgreifenden und nachhaltigen Erfolg wird man aber von der einseitigen Vagusresektion nicht immer erwarten können. Daß die Vagotomie aber nicht eo ipso zur Erfolglosigkeit verdammt ist, lehrt der Fall, über den Kappis berichtet hat. Was den Kümmell'schen Vorschlag anlangt, so ist zu bedenken, daß der Sympathicus zwar der inhibitorische Nerv der Bronchialmuskulatur ist, seine Ausschaltung also, soweit efferente Sympathicusfasern in Betracht kommen, eher eine Verstärkung des Krampfes der Bronchialmuskulatur im Gefolge haben müßte. Aber der Sympathicus führt auch afferente Fasern des Bronchialbaumes, worauf Glaser hingewiesen hat. Die Sympathicusfasern, die zum Bronchialbaum ziehen, verlassen den Grenzstrang hauptsächlich im Bereiche des Ganglion stellatum und medium: die afferenten Sympathicusfasern der Bronchien treten durch die zweite bis

neunte Thoracalwurzel ins Rückenmark ein. Wir wissen nicht, wo diese Fasern ihr trophisches Zentrum haben. Es bleibt also der Erfolg der Resektion des Halsgrenzstranges beim Asthma bronchiale vorläufig anatomisch und physiologisch unverständlich und ich gebe Brüning völlig Recht, wenn er sagt, daß eine weitere Klärung der ganzen Frage dringend notwendig erscheint. Wurzeldurchschneidungen oder Vorderseitenstrangdurchschneidungen sind bei Erkrankungen der Bronchien und der Lungen bisher noch nicht vorgenommen worden.

Bei Erkrankungen des Ösophagus sind zur Beseitigung der Schmerzen m. W. bisher keine operativen Ausschaltungen der afferenten Nerven vorgenommen worden, ebensowenig bei spastischen Ösophagalgien. Die Fasern, welche der Sympathicus zur Speiseröhre sendet, entstammen sowohl dem Halsteil wie dem oberen Brustteil. Die Vagusfasern der Speiseröhre sind teils Äste der Recurrentes, teils solche, die den Vagusstamm in seinem Verlauf entlang der Speiseröhre verlassen. Nach Laewen passieren die sympathischen Fasern der Speiseröhre hauptsächlich durch die Rami communicantes D_5 und D_6, nach Head kommen die fünfte bis achte Thoracalwurzel in Betracht. Zur Bekämpfung von schmerzhaften Erkrankungen der Speiseröhre käme also die temporäre Novocaininfiltration der Rami communicantes D_5 und D_6, eventuell noch die von D_7 und D_8 in Betracht, ferner die Resektion dieser Rami communicantes nach v. Gaza, oder die Resektion der fünften bis achten Thoracalwurzel, ev. die Vorderseitenstrangdurchschneidung am oberen Pole des vierten Thoracalsegmentes.

Über die operativen Methoden von Magenschmerzen und Gastralgien wird ausführlich bei Gelegenheit der operativen Behandlung der gastrischen Krisen berichtet werden. Hier sei nur erwähnt, daß außer der Splanchnicusanästhesie vor allem die Ausschaltung der Rami communicantes D_6 bis D_8 durch paravertebrale Novocaininjektion nach Laewen, Kappis und Mandl Magenschmerzen prompt beseitigen soll und auch zur Differentialdiagnose, ob ein Abdominalschmerz gastrischen Ursprungs ist oder nicht, mit Erfolg herangezogen werden kann.

Bei Affektionen des Blinddarms, dessen afferente sympathische Fasern hauptsächlich D_{12} bis L_3 passieren sollen, wird die paravertebrale Injektion in die entsprechenden Rami communicantes empfohlen; doch betonen sowohl Gubergitz und Istschenko als auch Mandl, daß über die segmentale Versorgung des Appendix vorläufig noch keine genügende Klarheit besteht.

Bei Erkrankungen der übrigen Abschnitte des Darmes sind bisher m. W. keine operativen Ausschaltungen der afferenten Darmnerven vorgenommen worden. In Betracht kommt die Ausschaltung des Plexus

solaris, des Splanchnicus major und minor, die Blockierung der Rami communicantes D_9 bis L_3, die Resektion der entsprechenden spinalen Wurzeln und die Vorderseitenstrangdurchschneidung mindestens am oberen Pole des achten Dorsalsegmentes. Bei Rectumcarcinom und Carcinoma coeci ist letztere von Frazier mit Erfolg ausgeführt worden. Die afferente Versorgung des Darmes durch den Vagus und eventuell auch durch den Phrenicus bleibt bei den genannten Maßnahmen unberücksichtigt. Aber, wie ja schon mehrfach betont, ist es höchst fraglich, ob Schmerzfasern des Darmes durch diese Nerven überhaupt oder in nennenswerten Ausmaßen passieren. Sicher aber geht ein beträchtlicher Teil der Schmerzfasern des Rectums durch die Nn. pelvici und die sacralen Wurzeln (S_1) S_2, S_3, S_4 (S_5). Unter Umständen käme also auch deren Ausschaltung in Betracht. Bei schmerzhaften Affektionen des Anus empfiehlt sich die Blockierung oder Resektion der N. perinei, N. haemorrhoidalis inferior und des Ramus perinei des Cut. femoris posterior.

Die Leber und Gallenblase erhalten ihre afferenten Nerven durch den Plexus coeliacus und die Splanchnici, daneben durch Vagus und Phrenicus. Zur Beseitigung von Schmerzzuständen in der Sphäre der Leber und Gallenblase genügt zweifellos die Ausschaltung des Plexus solaris oder der Splanchnici. Die sympathischen Fasern der Gallenblase passieren vorzugsweise durch die Rami communicantes D_9 und D_{10}, und die entsprechenden Rückenmarkswurzeln (z. T. nach Head auch durch D_7 und D_8). Die paravertebrale Novocaininjektion der Rami communicantes D_9 und D_{10} wirkt in vielen Fällen von Gallenblasenerkrankung prompt schmerzstillend, manchmal sogar auf lange Zeit (Mandl). Zur Erzielung von Dauererfolgen kommt die definitive Resektion der entsprechenden Rami communicantes, eventuell die der neunten und zehnten hinteren und vorderen Rückenmarkswurzel in Betracht. Die Vorderseitenstrangdurchschneidung müßte bei Leber- und Gallenblasenaffektionen mindestens am oberen Pole des achten Thoracalsegmentes erfolgen.

Das Pancreas erhält seine Schmerzfasern vorzugsweise durch den achten thoracalen Ramus communicans und zwar wie es scheint besonders durch den linksseitigen. Mandl hat in einem Falle von Pancreascarcinom durch paravertebrale Novocaininjektion für mehrere Wochen die Schmerzen beseitigt. Bekanntlich gehören die akuten Erkrankungen des Pancreas, die Pancreatitis und die Pancreasnekrose zu den schmerzhaftesten Abdominalerkrankungen. In solchen Fällen empfiehlt sich, wenn die Ausschaltung des Ramus communicans D_8 nicht zum Ziele führt, die Splanchnicusanästhesie oder die Blockierung der Rami com-

municantes D_7 bis D_{10} oder die Resektion der entsprechenden hinteren und vorderen Wurzeln oder die Vorderseitenstrangdurchschneidung mindestens am oberen Pole von D_6

Bei Nierenerkrankungen verschiedenster Art hat besonders Papin zur Beseitigung der Schmerzen die sogenannte Enervation der Niere d. i. die Resektion des gesamten Plexus renalis empfohlen. Er hat die Operation in 24 Fällen von schmerzhafter Nephritis, kleinen Hydronephrosen und hämorrhagischer Nephritis ausgeführt. Die Schmerzen wurden in der Mehrzahl der Fälle beseitigt. Legueu hat die gleiche Operation 10mal ebenfalls bei kleinen Hydronephrosen und bei Nephralgia haemorrhagica ausgeführt und in allen Fällen ein promptes Schwinden der Schmerzen beobachtet. Ähnlich gute Resultate hatte Lemoine in 2 Fällen. Legueu und Flandrin empfehlen die Enervation der Niere auch für die seltenen Fälle von essentieller Nephralgie.

Bei Nierensteinkolik mit reflektorischer Anurie hat Neuwirth durch Splanchnicusanästhesie nicht nur die Schmerzen, sondern auch die reflektorische Anurie prompt behoben. In neuester Zeit sind Nierenkoliken besonders durch die paravertebrale Novocaininjektion in die Rami communicantes D_{12} und L_1, durch welche nach Laewen in erster Linie die afferenten sympathischen Fasern der Niere passieren, teils vorübergehend, teils für längere Zeit beseitigt worden. Nach Head passieren afferente Bahnen der Niere auch durch D_{10} und D_{11}, die der Ureteren besonders durch D_{12}, L_1 und L_2. Es wird also bei tiefsitzendem Ureterstein unter Umständen auch eine Injektion von L_2 in Betracht kommen, und andererseits nicht jeder reine Nierenschmerz durch die Injektion von D_{12} und L_1 beseitigt werden, sondern auch eine solche von D_{10} und D_{11} erheischen.

Die afferenten Nerven der Blase sind die Pelvici, die Pudendi und die Hypogastrici. Die beiden ersteren treten durch die zweite bis fünfte Sacralis, die letzteren durch die elfte und zwölfte Thoracalis und die erste, zweite und dritte Lumbalis ins Rückenmark. Bei schwerer Cystitis besonders bei tuberkulöser Cystitis hat Latarjet das Ganglion hypogastricum exstirpiert bzw. die totale Denudation der Blase ausgeführt, aber ebensowenig wie Rochet und Papin einen nennenswerten Erfolg davon beobachtet. Eine totale Deafferentierung der Blase hat die Resektion der Hypogastrici, Pelvici und Pudendi oder die Durchtrennung der Sacralwurzeln S_2 bis S_5, der Lumbalwurzeln L_1 bis L_3 und der Thoracalwurzeln D_{11} und D_{12} zur Bedingung. Bei schwerer Blasenulceration hat Frazier die Vorderseitenstränge des Rückenmarks mit Erfolg durchschnitten.

Bei Erkrankungen und Schmerzzuständen in der Genitalsphäre sind operative Nervendurchtrennungen oder Blockierungen meines Wissens

bisher nicht vorgenommen. Bei Hodenerkrankungen, besonders bei den sogenannten Hodenneuralgien kommt die Ausschaltung der Rami communicantes D_{10} bis L_1, bei Erkrankungen der Ovarien und Adnexe und bei Ovaralgien die Ausschaltung von D_{10} bis L_2, bei Uterusschmerzen die von D_{10} bis L_1, bei solchen, die von der Cervix uteri ausgehen, auch noch die Ausschaltung von S_2 bis S_4 in Betracht. Es wäre interessant festzustellen, ob der Wehenschmerz durch die Blockierung von D_{10} bis L_1 gemildert oder aufgehoben werden kann.

Bei Erkrankungen der Mamma und bei Mastodynie ist die Unterbrechung der Rami communicantes D_4 bis D_6 bzw. die Resektion der entsprechenden spinalen Wurzeln indiziert, eventuell auch die Vorderseitenstrangdurchschneidung mindestens am oberen Pole von D_3.

Zu erwähnen wäre dann noch, daß beim Glaukom auf Vorschlag Abadies 1897 von Jonnescu und weiterhin von Gérard, Marchand, Grunert, Demicheri, Aberotti, Mohr, Angelucci, Axenfeld und Ziehe, Schimanowsky, Cuttler und Gibson, Lagrange, Hildebrand die Exstirpation des Halssympathicus bzw. des Ganglion cervicale supremum mit und ohne Erfolg ausgeführt worden ist. Im Allgemeinen scheint es, daß man die Operation mehr und mehr verlassen hat. Zu bedenken ist, soweit bei dieser Operation die Unterbrechung afferenter Fasern des Auges in Betracht kommt, daß möglicherweise ein Teil derselben durch den Halssympathicus geht, aber der weitaus wichtigste afferente Nerv des Auges ist der Trigeminus. Kommt es also in irgend einem Falle darauf an, Schmerzen, die vom Auge ausgehen, oder eine Ciliarneuralgie zu bekämpfen, so wäre die Exstirpation des Ganglion Gasseri oder der Trigeminuswurzel der gegebene Weg. Da die vom Auge stammenden Trigeminusfasern in der Trigeminuswurzel den inneren vorderen Abschnitt einnehmen, müßte auch die partielle Resektion dieses Wurzelanteils zum Ziele führen; es handelt sich also hierbei gerade um die Resektion desjenigen Teiles der Trigeminuswurzel, den Frazier in Fällen von Trigeminusneuralgie zum Zwecke der Vermeidung der Keratitis neuroparalytica zu schonen empfohlen hat. In Fällen von sogenannter Augenmigräne ist die periarterielle Sympathektomie an der Carotis interna empfohlen worden.

Bei schmerzhaften Affektionen des Ohres sind bisher keine operativen Ausschaltungen der afferenten Nerven des Ohres ausgeführt worden. In einem Falle von ausgesprochener Intermediusneuralgie (Otalgie) hat Taylor den Intermedius intracraniell durchtrennt (s. S. 222). Zu beachten ist, daß an der sensiblen Versorgung des Ohres außer dem Intermedius auch der Glossopharyngeus, Vagus, Sympathicus und vielleicht auch der Trigeminus beteiligt sind.

II. Die Erkrankungen der Spinalganglien. Herpes zoster.

Der Herpes zoster stellt in der Hauptsache eine entzündliche Erkrankung der Spinalganglien dar, der offenbar ein besonderes infektiöses Virus zugrunde liegt. Auf die Verwandtschaft dieses Virus mit dem der Varicellen ist in neuester Zeit vielfach hingewiesen worden, ohne daß in dieser Frage bisher eine sichere Entscheidung erzielt ist. Die Erkrankung befällt entweder ein einzelnes Ganglion oder mehrere benachbarte gleichzeitig, selten mehrere voneinander getrennt liegende Ganglien. Sie befällt nicht nur die Spinalganglien, sondern kommt auch an den analogen Ganglien der Gehirnnerven vor (Herpes trigeminalis, Herpes geniculatus, Herpes petrosus, Herpes jugularis u. a.). Neuere Untersuchungen haben gelehrt, daß der dem Herpes zugrunde liegende Entzündungsprozeß nicht immer auf das Spinalganglion beschränkt ist, sondern daß er auch die spinalen Wurzeln und die Rückenmarkssubstanz selbst befallen kann (Schlesinger u. a.).

Nicht immer liegt die Ursache des Herpes in einer spezifisch entzündlichen Erkrankung der Spinalganglien, sondern auch andere Krankheitsnoxen, welche die Spinalganglien treffen, können mit Herpes einhergehen. Relativ häufig kommt nach meinen Erfahrungen Herpes zoster im Rahmen der Tabes dorsalis zur Beobachtung, ferner ist er wiederholt bei traumatischen Läsionen der Spinalganglien beobachtet worden. Andererseits gehen durchaus nicht alle Erkrankungen der Spinalganglien mit Herpes einher. Es gibt Tumoren, welche von den Spinalganglien ihren Ausgang nehmen, meist handelt es sich dabei um Neurinome; über ein Endotheliom des Ganglion Gasseri hat Sachs berichtet, Saenger über eine Carcinommetastase desselben.

Sowohl der Herpes zoster wie die anderen Erkrankungen der Spinalganglien gehen mit Schmerzen einher. Beim Herpes eröffnen sie meist den Reigen und gehen der Herpeseruption oft mehrere Tage voraus, so daß der Fall meist zunächst als Neuralgie imponiert. In dem von Sachs mitgeteilten Falle von Endotheliom des Ganglion Gasseri bestand längere Zeit das Bild der reinen Trigeminusneuralgie, ohne die geringsten Ausfallserscheinungen auf dem Gebiete der Sensibilität, Motilität und Reflexe. Während in einem Teil der Fälle von Herpes zoster der Schmerz früher oder später abklingt, besteht er in zahlreichen Fällen sehr lange, jahrelang, und oft in steigendem Grade fort. Dieser sogenannte postzosterische Schmerz kann bisweilen unerträglich werden und, da er allen anderen therapeutischen Maßnahmen trotzt, ein operatives Vorgehen erforderlich machen. In Betracht kommt da in erster Linie die Resektion der den erkrankten Ganglien zugehörigen Rückenmarkswurzeln. Ich habe in einem Falle von Herpes zoster thoracalis

die vierte und fünfte hintere und vordere Thoracalwurzel, mit vollem und dauerndem Erfolge, durchtrennt. Horsley hat in einem Falle von Herpes sacralis I nur die hintere Wurzel mit Erfolg reseziert. In einem Fall schwersten postzosterischen Schmerzes nach Herpes trigeminalis bei einem Tabiker habe ich die Trigeminuswurzel durchschnitten.

Die Literatur über Wurzeldurchschneidungen wegen postzosterischer Schmerzen ist, soweit meine Kenntnisse reichen, gering. Wir müssen uns fragen, ob sie angesichts der zweifellos manchmal vorhandenen intramedullaren Veränderungen immer erfolgreich sein werden und ob nicht unter Umständen die Vorderseitenstrangdurchschneidung indiziert ist. Ausgeführt ist sie meines Wissens aus dieser Indikation heraus bisher noch nicht.

Bei den Tumoren der Spinalganglien ist deren Exstirpation auszuführen. In dem oben erwähnten Falle von Sachs wurde das Endotheliom des Ganglion Gasseri erfolgreich und ohne jede Nebenschädigung entfernt; natürlich wurde das Ganglion selbst mit entfernt. Ich habe kürzlich einen über apfelgroßen vom linken ersten Lumbalganglion ausgehenden Tumor total und mit gutem Erfolge exstirpiert. Der Tumor saß zum Teil innerhalb des Wirbelkanals, aber extradural, zum Teil war er extrarhachideal bis unter die zwölfte Rippe vorgedrungen; den ersten Lendenwirbelkörper hatte er stark arrodiert. Die ersten Krankheitserscheinungen hatten 10 Jahre vorher begonnen, und hatten die ersten Jahre lediglich in heftigen Schmerzen im Bereich des ersten Lumbaldermatoms bestanden. Allmählich waren Kompressionssymptome von Seiten des unteren Rückenmarksabschnittes und der Cauda equina hinzugekommen. Bei der Operation wurde die erste Lumbalis extradural durchtrennt. Die Schmerzen sind völlig beseitigt und auch die Kompressionserscheinungen von seiten des unteren Rückenmarksabschnittes sind in Rückbildung begriffen.

III. Die Erkrankungen der Spinalwurzeln.

1. Traumatische Wurzelläsionen.

Die Beteiligung der Rückenmarkswurzeln ist bei den traumatischen Affektionen des Rückenmarkes ein häufiges Vorkommnis. Wurzelschmerzen kommen sowohl bei den Traumen durch stumpfe Gewalt, wie bei Stichverletzungen, wie bei Schußverletzungen, wie auch bei Läsionen durch Starkstromeinwirkung zur Beobachtung. Die irritative zum Schmerz führende Noxe kommt entweder bereits im Moment des Traumas zur Wirkung und kann fortwirken oder sie entwickelt sich erst später sekundär. Unter den primär bereits im Momente des Traumas bzw. unmittelbar im Anschluß daran wirkenden Noxen spielt bei den Ver-

letzungen durch stumpfe Gewalt die Dislokation der Knochenfragmente (Frakturen, Luxationen, Luxationsfrakturen) die Hauptrolle, bei den Stichverletzungen bildet im wesentlichen das eindringende Instrument selbst die Causa peccans, während bei den Schußverletzungen sowohl das die Wurzel treffende Projektil wie abgesprengte Knochenfragmente in Betracht kommen. Bei allen drei Arten der Verletzung kann als weitere Noxe der Bluterguß hinzutreten, obschon er im großen ganzen keine sehr häufige Quelle von Wurzelschmerzen bildet. Aber jedenfalls muß unter den zur Irritation der spinalen Wurzeln führenden Faktoren auch seiner gedacht werden. Die Einwirkung des elektrischen Starkstroms kann ebenfalls im Momente des Traumas zu starker und schmerzhafter Wurzelreizung führen. Unter den erst später sekundär zur Wirkung kommenden posttraumatischen Prozessen spielen die posttraumatische Kallusbildung, Spätluxationen, die posttraumatische Spondylitis (Kümmell'sche Kyphose) und die Osteoarthritis deformans, sowie die posttraumatische Osteomyelitis purulenta, ferner aber vor allen die posttraumatischen Meningopathien, die Pachymeningitis externa einerseits und die Arachnitis sero-fibrosa adhaesiva cystica andererseits die Hauptrolle. Letztere ist eine der häufigsten Ursachen posttraumatischer Wurzelschmerzen: sie entwickelt sich sowohl im Anschluß an Verletzungen durch stumpfe Gewalten, wie an Schußverletzungen, seltener im Anschluß an Stichverletzungen: mehrmals habe ich sie nach der Einwirkung des elektrischen Starkstroms auftreten sehen. Die posttraumatischen Affektionen sind im allgemeinen chronisch progrediente Prozesse. Die Abb. 80, S. 233, 81, S. 235 und 83 sind Beispiele von posttraumatischer Osteoarthritis deformans. Im ersten Fall bestanden schwere Interkostalneuralgien, im zweiten Falle nur schwere Cruralneuralgie, im Fall der Abb. 83 neben heftigen Wurzelschmerzen im Bereiche der oberen drei Lendennerven ein totales Transversalsyndrom der Cauda equina von L_4 an abwärts. Alle traumatischen Prozesse können die spinalen Wurzeln sowohl in ihrem extraduralen wie intraduralen Abschnitte in Mitleidenschaft ziehen.

Ganz analoge Betrachtungen wie für die traumatischen Läsionen der Spinalwurzeln gelten für die der Gehirnnerven. Bei Schädeltraumen sind Läsionen der Trigeminuswurzel, des Intermedius, des Glossopharyngus und Vagus, die zu entsprechenden Schmerzzuständen führen, mehrfach beobachtet.

Hervorzuheben ist, daß die traumatische Schädigung der Wurzeln häufig eine rein irritative ist und Schmerzzustände ohne Ausfallserscheinungen bestehen, weshalb man in solchen Fällen von traumatischen Wurzelneuralgien spricht. In zahlreichen anderen Fällen sind Reiz- und Ausfallssymptome mit einander gepaart.

Die Frage, ob bei den mit Schmerzen einhergehenden traumatischen Wurzelläsionen operativ vorzugehen ist, wird naturgemäß nicht allein durch das Vorhandensein der Schmerzen entschieden, sondern häufig durch die gleichzeitig vorhandenen Marksymptome beeinflußt. Aber es muß hervorgehoben werden, daß das Vorhandensein der Wurzelschmerzen an sich allein die Indikation zum operativen Eingriff abgeben kann,



Abb. 83.
Osteoarthritis deformans posttraumatica, Komminutivfraktur des vierten Lendenwirbels. Totales Transversalsyndrom der Cauda equina von L_4—S_5. Furchtbare Wurzelschmerzen infolge chronisch progressiver Osteoarthritis im Bereiche der oberen Lendenwurzeln.

genau wie wir das bei den traumatischen Läsionen der peripheren Nerven festgestellt haben. Heftigkeit und Hartnäckigkeit der Wurzelschmerzen sind hier in erster Linie maßgebend. Von großer Wichtigkeit ist auch in jedem Falle das Ergebnis des Röntgenbildes; wenn durch dasselbe die Anwesenheit eines Projektils oder Knochenfragmentes im Wirbelkanal aufgedeckt wird, so erheischt das selbst in frischen Fällen eine operative Intervention, während man sich bei negativem Röntgen-

befund im allgemeinen erst bei Fortdauer der Schmerzen zum Eingreifen entschließen wird.

Die operative Therapie kann bei den traumatischen Wurzelläsionen in der Mehrzahl der Fälle der Indicatio causalis genügen, besser als bei allen anderen Erkrankungen der Wurzeln und des Rückenmarkes, von den Tumoren vielleicht abgesehen. Ich habe in zahlreichen Fällen traumatischer Wurzelläsionen durch einfache Entfernung des Projektils



Abb. 84.
Fraktur des dritten Lendenwirbels. Totale Lähmung der Beine, der Blase und des Mastdarms. Totale Anästhesie von L_2—S_5 beiderseits.

oder eines Knochenfragmentes, durch Ausräumung eines epiduralen oder intraduralen Blutergusses und in Fällen, in denen eine der posttraumatischen Noxen die Ursache war, durch Entfernung einer sekundären Callusbildung, durch Ausräumung osteomyelitischer Sequester, durch Abtragung pachymeningealer Schwielen, durch Lösung arachnoidealer Verklebungen und Entfernung arachnoidealer Stränge und Cysten die Schmerzen prompt und dauernd behoben. Abb. 84 stellt



Abb. 85 a.



Abb. 85 b.

das Röntgenbild einer schweren Verletzung der Cauda equina durch Fraktur des dritten Lendenwirbels dar; die Operation wurde erst 7 Monate nach dem Trauma ausgeführt und dabei die Cauda aus den Callusmassen, in die sie regelrecht eingemauert war, befreit; ein grosser Knochensplitter war direkt in die Cauda equina hineingetrieben. Durch die Operation wurden die Schmerzen vollkommen beseitigt und auch die



Abb. 85c.

Abb. 85. Traumatische Spätluxation des Epistropheus gegen den Atlas; plötzlich entstanden 3 Monate nach einem Stoß gegen die Stirn. Abb. 85a u. b zeigen die Deviation, der Processus odontoideus des Epistropheus ist aus seiner normalen Lage nach hinten in den Wirbelkanal disloziert, der Dornfortsatz des Epistropheus ist, statt horizontal nach hinten, nach hinten abwärts gerichtet. Man vergleiche die normalen Verhältnisse, wie sie in Abb. 86 dargestellt sind. Abb. 85c zeigt das Implantat aus der Fibula.

Lähmung erfuhr eine weitgehende und noch heute, 4 Jahre nach der Operation, ständig fortschreitende Besserung.

In dem durch die Abb. 85a—c repräsentierten Falle handelt es sich um eine Spätluxation des Atlas gegen den Epistropheus, welche, 3 Monate nach einem Stoß gegen die Stirn, bei welchem der Verletzte nur einen heftigen Schmerz im Nacken verspürt hatte, plötzlich offenbar durch Zusammenbruch der Massae laterales des Atlas infolge einer bei dem Trauma zustande gekommenen Kommunitivfraktur eintrat. Der

Kranke bot das Bild einer Tetraplegie verbunden mit hochgradiger Atemnot infolge beginnender Atemlähmung und mit starken Wurzelschmerzen im Occipitalgebiete. Raschestes Handeln war geboten. Ich habe den hinteren Atlasbogen und Bogen des Epistropheus, sowie einen Teil der hinteren Umrandung des Foramen magnum entfernt und dadurch das Mark von hinten her genügend entlastet. Eine Reposition der dislozierten Wirbel war ausgeschlossen. Um eine Immobilisation zu erzielen und um dem Kopfe eine neue, tiefer angreifende Stütze zu geben, habe ich ein 13 cm langes Stück aus der Fibula zwischen Occiput und den



Abb. 86.
Normales Röntgenbild der Halswirbelsäule, zeigt die normale Stellung des Proc. odontoideus in der Linie der anderen Wirbelkörper, und den horizontal gestellten Proc. spinosus.

Dorn des siebenten Halswirbels implantiert. Die Tetraplegie und die Schmerzen seitens der Cervicalwurzeln sind restlos beseitigt.

In Fällen, in denen das Trauma lange Zeit zurückliegt, kann es manchmal große Schwierigkeiten bereiten, die irritative Noxe selbst restlos zu beseitigen. Besonders gilt dies für Schußverletzungen der Cauda equina. Hier gestaltet sich die Auslösung eines in die Caudastränge versprengten Granatsplitters oder Knochenfragmentes infolge der starken Verwachsungen manchmal äußerst schwierig; aber auch ohne die Anwesenheit eines solchen Fremdkörpers stieß ich im Bereiche der Cauda manchmal auf derartige Verwachsungen der einzelnen Wurzeln untereinander, daß deren Lösung nicht ohne schwere Schädigung hätte durchgeführt werden können. Ich habe deshalb in solchen Fällen mehrfach auf die Auslösung des

Fremdkörpers oder die Lösung der verwachsenen Wurzeln verzichtet und habe die Resektion der in die Läsionsstelle einbezogenen hinteren Wurzeln vorgenommen. Ich habe dies in 4 Fällen von Schußverletzung der Cauda mit vollem Erfolge ausgeführt. In einem Falle von posttraumatischer Arachnitis nach einer Starkstromverletzung mit heftigsten Schmerzen im Bereiche der ersten bis sechsten Cervicalwurzel habe ich mich gleichfalls wegen der starken diffusen arachnoidealen Veränderungen nicht mit der Lösung der Schwarten begnügt, sondern habe die erste bis sechste hintere Cervicalis reseziert. Die Schmerzen wurden vollkommen beseitigt.

Diese fünf Fälle, in denen nur die Resektion der hinteren Wurzeln vorgenommen wurde, die vorderen Wurzeln aber intakt belassen wurden, lehren übereinstimmend, daß unter Umständen die Durchtrennung der hinteren Wurzeln allein genügt, um die Schmerzen zu beseitigen. Warum die Erfolge der Hinterwurzeldurchschneidung bei traumatischen Wurzelläsionen besser sind als bei anderen Krankheitsprozessen, wage ich vorläufig nicht zu entscheiden. Ich erinnere daran, daß wir dieselben günstigen Ergebnisse der Hinterwurzeldurchschneidung schon bei den traumatischen Läsionen der peripheren Nerven festgestellt hatten. Nur in einem Falle von schwerer Caudaläsion durch Schußverletzung, in dem nach der Auslösung eines in die Cauda versprengten Knochenfragmentes und bestmöglicher Lösung der Wurzeln aus ihrer Verwachsung die Schmerzen fortbestanden, war die bald darauf vorgenommene Resektion sämtlicher hinteren Lumbosacralwurzeln der einen Seite — die Schmerzen betrafen nur das eine Bein — an ihrer Eintrittsstelle in das Lumbosacralmark ohne Erfolg. Die Schmerzen bestanden in unverminderter Heftigkeit fort. Ich habe darum einige Zeit später auch die Wurzelfilamente sämtlicher vorderen Wurzeln dieser Seite im Bereiche des Lumbosacralmarkes durchtrennt, was ohne ernste Bedenken geschehen konnte, da das betreffende Bein bereits durch die Schußverletzung selbst fast vollkommen gelähmt war. Nach diesem Eingriff waren zwar die Schmerzen wesentlich gebessert, aber doch nicht ganz beseitigt. Auch die tiefe Druckempfindung und der Druckschmerz waren an dem betreffenden Bein nicht völlig aufgehoben. Der Fall lehrt, daß außer der radiculären noch eine extraradiculäre Leitung des Schmerzgefühls für die untere Extremität existiert, die entweder durch den Grenzstrang des Sympathicus geht und durch thoracale Rami communicantes ins Dorsalmark gelangt oder in dem periarteriellen Nervengeflecht der Femoralis, Iliaca externa, Iliaca communis und der Aorta aufsteigt, vom Plexus aorticus in den thoracalen Grenzstrang und von diesem durch thoracale Rami communicantes in die Medulla

gelangt. In unserem Falle kommt wohl nur der erste der beiden erwähnten Wege für die Erklärung des Fortbestehens der Schmerzen in Betracht; durch die ausgedehnte Zertrümmerung der Lendenwirbelsäule, die in diesem Falle vorlag, waren die extrarhachidealen Abschnitte der Spinalnerven an einer Stelle, an welcher dieselben ihre Rami communicantes grisei bereits enthalten, in die Läsion mit einbezogen worden. Übrigens war nach der Durchtrennung der vorderen und hinteren Wurzeln die Besserung der Schmerzen in diesem Falle doch eine so beträchtliche, daß eine weitere operative Maßnahme unnötig erschien. In drei Fällen von traumatischen Läsionen der Lumbosacralwurzeln hat Frazier wegen der heftigen Schmerzen den Vorderseitenstrang durchschnitten. Die Erfolge waren recht befriedigende.

2. Wurzelläsionen bei Spondylitiden und Wirbelsäulendifformitäten.

Wurzelschmerzen gehören zu einem der häufigsten Symptome bei den Spondylitiden der verschiedensten Art. Das gilt in erster Linie für die Spondylitis tuberculosa, bei welcher nicht nur die Difformierung und Verschiebung der Wirbel gegen einander oder Sequester, welche auf die Wurzeln drücken, sondern sehr häufig auch die peripachymeningitischen Granulationswucherungen, die Ursache der Wurzelreizung bilden. Letztere erzeugen nicht selten das Bild der sogenannten tuberkulösen Wurzelentzündung, die Wurzelscheide ist stark verdickt und in ihrem Innern ist die Wurzel von bindegewebigen Proliferationen durchsetzt. Übrigens kommt ein Teil der Wurzelschmerzen bei der Spondylitis tuberculosa auf das Konto einer intraduralen konkomitierenden Arachnitis serofibrosa adhaesiva cystica. In ganz seltenen Fällen, in denen der tuberkulöse Prozeß selbst die Dura durchsetzt und auf die Rückenmarkshäute übergreift, kann es zu einer echten tuberkulösen Meningitis des intraduralen Wurzelabschnittes und des Rückenmarkes selbst kommen. Ich habe das wiederholt in Anschluß an Röntgenbestrahlungen, die zu therapeutischen Zwecken vorgenommen worden waren, beobachtet. Auffallend ist die Tatsache, daß in manchen Fällen von Tuberkulose der Wirbelsäule, in denen eine oder mehrere Wurzeln stark in Mitleidenschaft gezogen sind, Wurzelschmerzen ganz fehlen und auch von Anfang an ganz gefehlt haben. Wir besitzen bisher keine befriedigende Erklärung für diesen auch bei zahlreichen anderen Wurzelerkrankungen und auch bei Erkrankungen anderer Abschnitte des afferenten Nervensystems beobachteten Widerspruch zwischen dem anatomischen Prozeß einerseits und dem Fehlen der zu erwartenden und bei anderen Individuen unter analogen Verhältnissen auch tatsächlich vorhandenen klinischen Symptome

andererseits. Wir haben auf diese Diskrepanz ja bereits bei Besprechung der traumatischen Läsionen der peripheren Nerven und der Amputationsneurome wiederholt hingewiesen.

Ähnlich liegen die Verhältnisse bezüglich des Wurzelschmerzes auch bei den Spondylitiden anderer Genese. Ich erwähne nur die syphilitische Spondylitis, die Arthropathie der Wirbelsäule bei Tabes, die typhöse Spondylitis, die Spondylose rhizomyélique, die Osteoarthritis deformans der Wirbelsäule und die kryptogenetische eitrige Osteomyelitis der Wirbelsäule. Sie alle können mit hochgradigen Wurzelschmerzen einhergehen, letztere können aber auch ganz fehlen.

Daß die Mißbildungen der Wirbelsäule häufig mit starken Wurzelschmerzen verbunden sind, ist bereits mehrfach erwähnt worden. Das gilt besonders von der Spina bifida occulta et aperta, bei der ja nach dem Sitz der Störung Schmerzen im Bereiche der Cervicalnerven oder der Lumbosacralnerven keine Seltenheit sind. Ich weise nur auf die Ischialgien und Pudendusneuralgien bei der Spina bifida lumbosacralis hin. Die Ursache der Wurzelschmerzen bei der Spina bifida ist weniger in der Spaltbildung der Wirbelbögen selbst, als vielmehr in der Zerrung, welche die Wurzeln durch die Verlagerung erfahren und vor allem in arachnoidealen Verklebungen und Cystenbildungen innerhalb des Meningealsackes zu suchen. Auch der andern Mißbildungen der Wirbelsäule als Ursache von Wurzelschmerzen ist schon gedacht worden, so der merkwürdigen Wirbelkonsolidationen, die als L'homme sans cou bezeichnet wird, die zu Schmerzzuständen im Bereiche der oberen Cervicalnerven und der Armnerven Anlaß gibt, ferner der Lumbalisation des ersten Sacralwirbels und der Sacralisation des ersten Lendenwirbels, als einer nicht seltenen Ursache von Ischialgien. Schließlich ist noch zu erwähnen, daß auch die erworbenen Difformierungen der Wirbelsäule auf dem Boden der Rachitis, die habituelle Kyphoskoliose, die Kyphoskoliose infolge von poliomyelitischen Lähmungen oder bei Syringomyelie und auch die Kyphosen oder Kyphoskoliosen bei seniler Osteoporose, gelegentlich die Ursache heftiger Wurzelschmerzen bilden können. Sie stellen meist ein dankbares Feld der orthopädischen Therapie dar, indem eine rationelle Korrektur der Difformität hier rasch Wandel schafft.

Die Therapie der Wurzelschmerzen bei den verschiedenen Spondylitiden deckt sich im wesentlichen mit der Behandlung des Grundleidens. Für die Spondylitis tuberculosa kommt in erster Linie die Immobilisation und Extension in Betracht. Unter dieser Behandlung können Wurzelschmerzen völlig weichen. Führt die konservative Behandlung nicht zum Ziele, so kommen die immobilisierenden Operationen zu ihrem Rechte, die Henle'sche oder die Albee'sche Operation. Ich habe

in einem Falle von Atlantooccipitaltuberkulose mit schwerer Schädigung des Rückenmarks und äußerst heftiger, symptomatischer Occipitalneuralgie die Entlastung und Immobilisation durch Einpflanzung eines 11 cm langen Fibulastückes zwischen Occiput und den Proc. spinosus der Vertebra prominens erreicht. Die Schmerzen schwanden rasch, die Marksymptome langsam, aber vollständig. Die Kranke ist jetzt 5 Jahre lang als vollkommen geheilt zu bezeichnen, abgesehen von der ja absichtlich geschaffenen starken Beweglichkeitseinschränkung des Kopfes und der Halswirbelsäule (Abb. 87 a u. b).

Aber keineswegs immer führen die konservativen und operativen Immobilisierungsmethoden zum Ziele. Der Prozeß schreitet trotzdem



Abb. 87 a.

weiter. Unter solchen Umständen ist ein Versuch mit der dekompressiven Laminektomie mit der Entfernung von Sequestern und vor allem der peripachymeningitischen Granulationen zu machen. Die unmittelbaren Erfolge dieser Operation sind meist gute: leider aber pflegt der tuberkulöse Prozeß doch seinen Fortgang zu nehmen und das anfangs erzielte günstige Resultat schwindet meist wieder. Ich habe aber, abgesehen von 2 Fällen, in denen ich durch die Laminektomie eine völlige Heilung erzielt habe, in vielen Fällen den Kranken wenigstens einen Nutzen verschaffen können, dadurch, daß ich die in den Prozeß einbezogenen spinalen Wurzeln extradural, hart an der Austrittsstelle aus dem Duralsack abgebunden und durchtrennt habe und auf diese Weise die Schmerzen völlig beseitigt habe. Diese Durchtrennung mehrerer Wurzeln zu beiden Seiten der Dura

ist überdies erforderlich, um sich einen genügenden Zugang zu den seitlich und besonders vor dem Duralsack befindlichen Abschnitten des Wirbelkanals zu verschaffen. Um diesen Zugang zu verbessern, pflege ich die Wirbelbögen sehr weit lateralwärts zu entfernen und schließe häufig noch die Resektion des Processus transversus und des mit ihm artikulierenden Teiles der Rippen an; auf diese Weise erhält man von



Abb. 87 b.

Abb. 87. Atlanto-occipitaltuberkulose. Abb. 87 a zeigt die Luxation des Epistropheus gegen den Atlas, die Difformität ist dieselbe wie in Abb. 85 a u. b. Der Proc. odontoideus ist nach hinten in den Wirbelkanal disloziert, der Proc. spinosus ist schräg nach hinten abwärts gerichtet. Abb. 87 b zeigt das implantierte Fibulastück.

der Seite her sehr gut Zugang zu dem Wirbelkörper selbst, aus dem man Sequester entfernen kann. Die von manchen Seiten empfohlene Costotransversektomie allein, ohne Entfernung des Wirbelbogens selbst, hat in keinem der von mir operierten Fälle genügt, um das Mark und dessen Wurzeln von der Kompression zu befreien. Ebensowenig habe ich von der einfachen Punktion des tuberkulösen Prozesses seitlich der Wirbelsäule jemals einen irgendwie nennenswerten Erfolg gesehen.

Auch die anderen Spondylitiden, die syphilitische, die typhöse, die Osteomyelitis purulenta, die Spondylose rhizomyélique, die Osteoarthritis deformans usw. können gelegentlich Gegenstand der operativen Therapie werden, wenn umschriebene Mark- oder Wurzelsymptome einen solchen Eingriff rechtfertigen. Ich habe in einem Falle von Osteoarthritis deformans die ersten drei Lendenwurzeln einer Seite aus ihrer knöchernen Einschnürung befreit und dadurch die heftige Lumbalneuralgie, die diesen Fall charakterisierte, ganz zum Schwinden gebracht.

Ein dankbares Feld der operativen Therapie stellen die Ischialgien und Pudendusneuralgien bei der Spina bifida dar. Hierbei kommt es in erster Linie auf eine ausgiebige Lösung der Wurzeln im Innern des Meningealsackes mit nachfolgender plastischer Deckung der defekten Hinterwand des Duralsackes durch ein Stück der Fascia lata an. Eine Deckung des Wirbelbogendefektes ist nicht empfehlenswert, sondern es genügt die exakte Vereinigung der Muskelpartien und der Fascia lumbodorsalis, am besten durch 2—3fache Etagennaht.

Die anderen Bildungsanomalien der Wirbelsäule sind der operativen Behandlung schwer zugänglich. Sind die Wurzelschmerzen allzu heftig und hartnäckig, so kommen unter Umständen für sie palliative Maßnahmen, also Wurzelresektionen bzw. die Vorderseitenstrangdurchschneidung in Betracht.

3. Tumoren der Wirbelsäule.

Die Tumoren der Wirbelsäule, zu denen auch die extraduralen, intrarhachidealen Tumoren, welche nicht von der Wirbelsäule selbst, sondern vom extraduralen Abschnitte der Wurzeln ausgehen, mitgerechnet werden, führen sehr häufig zu den heftigsten Wurzelschmerzen. Diese eröffnen zumeist das klinische Bild und bilden manchmal lange Zeit das einzige klinische Symptom, dessen Natur begreiflicherweise oft lange verkannt wird. Auch in der Folge, wenn Marksymptome hinzutreten, bilden die Wurzelschmerzen nicht selten geradezu das klinische Leitsymptom für den Höhensitz der Geschwulst. Die Tumoren der Wirbelsäule können eingeteilt werden in metastatische Tumoren (Carcinom, Sarkom, Hypernephrom, Lymphogranulomatose usw.), in Tumoren, welche in der Nachbarschaft der Wirbelsäule entstehen und in den Wirbelkanal eindringen, und in Tumoren, welche von der Wirbelsäule selbst ausgehen; an sie reihen sich als vierte Gruppe noch die bereits oben erwähnten, nicht von der Wirbelsäule selbst, sondern vom extraduralen Abschnitte der Wurzeln oder vom Spinalganglion ausgehenden intrarhachidealen Tumoren an. Letztere sind meist Fibrome oder Neurofibrome.

Einerlei, welche Provenienz diese Tumoren haben mögen und welches ihre histologische Natur ist, Wurzelschmerzen spielen bei ihnen eine hervorragende Rolle im klinischen Bilde. Aber es gilt hier dasselbe, was bereits für die tuberkulöse Spondylitis ausgeführt wurde, die Schmerzen werden manchmal vollkommen vermißt, wo sie nach dem bei der Biopsie oder Autopsie erhobenen Befunde, im Vergleich mit anderen analog liegenden Fällen, zu erwarten gewesen wären.



Abb. 88.
Extraduraler Tumor der Halswirbelsäule. Neurofibrom ausgehend von der linken sechsten Cervicalwurzel. Totalexstirpation mit extraduraler Resektion der Wurzel.

Die Therapie der Wurzelschmerzen fällt in der Regel mit der des Grundleidens selbst zusammen. Ich habe bisher 8 Fälle von primärem Tumor der Wirbelsäule operiert. 7 dieser Fälle gingen mit heftigen Wurzelschmerzen einher, 2 mal handelte es sich um Fibrome, 1 mal um Neurofibrom, 1 mal um Angiosarkom, 1 mal um Osteosarkom, 1 mal um Fibrosarkom und 2 mal um weiche Spindelzellsarkome. Von den beiden letzten Fällen, in denen eine Radikaloperation ausgeschlossen war und die beide einige Monate nach der Operation starben, abgesehen, wurde in den 6 anderen Fällen nicht nur eine vollkommene Beseitigung der

Schmerzen, sondern auch eine restlose oder sehr weitgehende Rückbildung der Marksymptome erzielt. In dem Falle von Fibrosarkom konnte der vom dritten und vierten Halswirbelkörper ausgehende Tumor nicht radikal entfernt werden und ist hier mit einem Rezidiv sicher zu rechnen; zurzeit, 4 Monate nach der Operation, ist der Kranke, soweit Mark- und Wurzelerscheinungen in Betracht kommen, symptomfrei, während er vorher das Bild der Tetraplegie mit beginnender Atemlähmung und heftigsten Schmerzen von Seiten der oberen und mittleren



Abb. 89.
Extraduraler Tumor der Brustwirbelsäule, Neurofibrom ausgehend von der sechsten Thoracalis. Totalexstirpation.

Cervicalwurzeln geboten hatte. In dem Fall von Osteosarkom ging der Tumor vom Bogen des vierten Brustwirbels aus, er konnte radikal entfernt werden und es trat volle Heilung ein, die jetzt über 4 Jahre andauert. In dem Fall von Angiosarkom ging der Tumor auch vom Bogen des sechsten Brustwirbels aus; auch er konnte radikal entfernt werden und bot während $3^1/_2$ Jahre, die er nach der Operation beobachtet werden konnte, kein Rezidiv. Die Fälle von Neurofibrom und Fibrom, von denen einer der Halswirbelsäule (Abb. 88), einer der Brust- (Abb. 89) und der dritte der Lendenwirbelsäule angehörte, boten der radikalen Entfernung

keine unüberwindlichen Schwierigkeiten, obwohl es sich um Tumoren von beträchtlicher Größe handelte. In allen 3 Fällen wurden die Schmerzen vollkommen beseitigt und die Marksymptome schwanden sukzessive.

In allen von mir operierten Fällen von Tumoren der Rhachis wurden die Wurzeln, welche in den Tumor einbezogen waren, extradural reseziert. Das ist schon aus technischen Gründen erforderlich, um einen besseren Zugang zu dem Tumor zu gewinnen. Die Situation ist entweder die, daß die betreffende Wurzel hinter dem Tumor vorbei oder mitten durch ihn hindurch zieht.

Bei den metastatischen Tumoren der Wirbelsäule ist ein operativer Eingriff, soweit die Indicatio causalis in Betracht kommt, nicht angezeigt. Allerdings darf nicht übersehen werden, daß die bei einem bestehenden Kompressionssyndrom ausgeführten Operationen oft zunächst nur einen probatorischen Charakter tragen und daß manchmal erst bei der Operation ein Tumor aufgedeckt wird, der sich durch die histologische Untersuchung als Metastase eines latenten primären Tumors erweist; das ist mir besonders mehrere Male mit Metastasen eines Hypernephroms passiert, das sich der klinischen Diagnose völlig entzogen hatte. Abgesehen von dem allerdings rein temporären Nutzen für das Mark, den man in solchen Fällen durch die Ausräumung der Metastase erzielt, habe ich doch wenigstens stets die vorhandenen heftigen Wurzelschmerzen durch die extradurale Resektion der in den Tumor einbezogenen Wurzeln dauernd oder wenigstens für längere Zeit beseitigen können. Lediglich die furchtbaren Wurzelschmerzen waren es auch, die mich früher gelegentlich bei Carcinommetastasen der Wirbelsäule veranlaßt haben, operativ zu intervenieren und dabei die Wurzeln teils extradural, teils intradural zu resezieren. Der augenblickliche Erfolg befriedigt zwar den Kranken manchmal vollkommen, kann aber diesen Fällen gegenüber nicht die Richtschnur unseres ärztlichen Handelns bilden. Wollen wir die furchtbaren Schmerzen bei metastatischen oder bei primären malignen Tumoren der Wirbelsäule einigermaßen rationell bekämpfen, so kommt meines Erachtens nur die Vorderseitenstrangdurchschneidung hoch über den höchsten in der Wirbelsäule nachweisbaren Metastasen in Betracht. Aus dieser Indikation ist die Operation zuerst von Spiller 1909 inauguriert und von Martin das erste Mal ausgeführt worden. Besonders aber hat Frazier über ausgezeichnete Erfolge berichtet.

4. Intradurale extramedulläre Tumoren.

Die Lehre, daß der intradurale extramedulläre Tumor durch lokale Wurzelschmerzen ausgezeichnet sei, hatte früher fast dogmatische Gültigkeit. Die Tumoren des oberen Halsmarkes (C_1—C_4) gehen mit Wurzel-

schmerzen im Occipitalgebiete, Halsgebiete und Schultergebiete einher. Tumoren des unteren Halsmarkes (C_5—C_8) und obersten Brustmarkes (D_1, D_2) bedingen Armschmerzen, Tumoren des Thoracalmarkes (D_3—D_{12}) Thoracal- bzw. Abdominalschmerzen, die Tumoren des Lumbosacralmarks bzw. der Cauda equina Schmerzen im Bereiche des Plexus lumbalis oder Plexus sacralis ischiadicus, oder Plexus pudendalis, oder schließlich auch des Plexus coccygeus. Nun hat aber die Erfahrung mehr und mehr gelehrt, daß auffallend oft solche lokalen Wurzelsymptome ganz fehlen können. Unter 21 von mir operierten Fällen von Tumor extramedullaris intraduralis war dies 9mal der Fall.

Wir teilen die extramedullären Tumoren am besten ein in solche, die von der Dura ausgehen, und in solche, die von den Wurzeln selbst entstehen. Erstere sind meist Psammome, Endotheliome, Fibrome, Fibrosarkome, letztere Neurinome oder Neurofibrome oder auch Angioneurofibrome. Fehlen der Wurzelschmerzen habe ich nicht nur bei ganz vorn gelegenen, prämedullären Tumoren, sondern auch bei ganz dorsal gelegenen, auf die Eintrittsstellen der hinteren Wurzeln direkt einwirkenden Tumoren und mehrfach auch bei solchen, die direkt von den Wurzeln ausgingen, beobachtet. Andererseits muß hervorgehoben werden, daß ich auch extramedulläre Tumoren operiert habe, die überhaupt nur Wurzelschmerzen verursacht hatten. Ein derartiger Fall ist bereits früher S. 50 von mir erwähnt worden. Es handelt sich um einen 11 cm langen Tumor der Cauda equina, der 6 Jahre lang unter dem Bild einer schweren Ischias einherging und auch zur Zeit der Operation keine weiteren Symptome bot. Die Lumbalpunktion förderte einen stark eiweißhaltigen, xanthochromen Liquor zutage; bei der alsbald darauf vorgenommenen Operation wurde der Tumor radikal entfernt. In einem anderen Falle bestanden nur sehr heftige Wurzelschmerzen und eine ausgesprochene Hyperalgesie im Bereiche des sechsten Dorsaldermatoms, anfangs einseitig, später doppelseitig; im Liquor starke Eiweißvermehrung. Kurz vor der Operation trat noch eine leichte Parese eines Beines hinzu. Bei der Operation fand sich ein kleinkirschgroßer Tumor, der von der sechsten hinteren Dorsalwurzel ausging. Im Gegensatz zu dem häufigen Fehlen lokaler Wurzelschmerzen stoßen wir beim intraduralen extramedullären Tumor gar nicht selten auf starke Schmerzen oder andere sensible Reizerscheinungen in Bezirken, die weitab von den dem Sitz des Tumors entsprechenden Wurzelgebieten liegen. So beherrschten in einem Falle von Tumor in Höhe des zweiten und dritten Cervicalsegmentes, der unter dem Bilde der Occipitalneuralgie begonnen hatte, später starke Abdominal-Visceralgien und einseitige, später doppelseitige Ischias lange Zeit das klinische Bild. In

einem Falle von Tumor des unteren Halsmarkes (C_8, D_1) fehlten lokale Wurzelsymptome ganz, dagegen war eine heftige Gastralgie und Ischias vorhanden. Ganz analog lagen die Verhältnisse bei einem Tumor in der Höhe D_1, D_2. In einem anderen Falle von Tumor des oberen Brustmarkes (D_2), in dem ebenfalls lokale Wurzelschmerzen fehlten und der unter dem Bilde eines Brown-Séquard verlief, hatte die Krankheit mit heftiger, der Seite des Tumors entsprechender Cruralneuralgie begonnen, zu der sich später noch eine gleichseitige Ischias hinzugesellte. Zwei Fälle von Tumor des mittleren Brustmarkes (D_5, D_7) hatten jahrelang niemals lokale Wurzelschmerzen, wohl aber heftige Ischias geboten. Und in einem Falle von Tumor in der Höhe von D_{11}, in dem ebenfalls lokale Wurzelsymptome fehlten, standen heftige Plantarneuralgien und Parästhesien im Vordergrunde. Diese extraterritorialen Schmerzen beim extramedullären Rückenmarkstumor sind teilweise durch Irritation des Vorderseitenstranges bedingt. Ich verweise diesbezüglich auf die Ausführungen im Kapitel VI, S. 110. Zum Teil handelt es sich aber wohl um sogenannte Fernsymptome, die durch Beteiligung von Wurzeln bedingt werden, die weitab vom Sitze des Tumors gelegen sind. Es kommt beim intraduralen Tumor bekanntlich zu Störungen der Liquorzirkulation im Duralsack, zu Liquorstauungen und infolge der den Tumor häufig konkomitierenden Arachnitis serosa-cystica zu Liquorabsackungen, zumeist an den infraläsionellen Wurzeln, zum Teil aber auch an Wurzeln oberhalb des Tumors. Auf diese radiculären Fernsymptome, denen sich garnicht selten auch medulläre und bulbäre Fernsymptome (Nystagmus, fehlender Cornealreflex bei Tumoren des Halsmarkes oder oberen Brustmarkes) hinzugesellen, habe ich in früheren Arbeiten bereits des öfteren hingewiesen.

Über die Therapie des extramedullären intraduralen Tumors braucht nicht viel gesagt zu werden. Kaum bei einer Nervenkrankheit kommt die Indicatio causalis so zu ihrem Recht, wie beim extramedullären Tumor. Unter den 20 von mir bisher operierten Fällen wurde der Tumor 18 mal gefunden und restlos entfernt, in 16 Fällen trat eine völlige oder fast völlige Restitution ein, ein Fall (großer Tumor der Cauda equina) starb 6 Wochen nach der gut gelungenen Operation an Morbillen, in einem Fall von Tumor in der Höhe von C_8, der bereits 2 mal vorher vergeblich operiert war (bei der ersten Operation wurde der prämedullär sitzende Tumor nicht gefunden, bei der zweiten Operation wurde ein intramedullärer Tumor vermutet und ein Stück Rückenmark exzidiert), ist nach der von mir vor 2 Jahren ausgeführten Operation, bei welcher der Tumor entfernt wurde, bisher keine praktisch in die Wagschale fallende Besserung eingetreten. In 2 Fällen habe ich den richtig dia-

gnostizierten Tumor (C_4, Caudatumor) nicht entfernen können. In beiden Fällen war durch eine zu diagnostischen Zwecken vorausgeschickte Jodipininjektion die Übersicht im Innern des Duralsackes so erschwert, daß die Operation nicht zu Ende durchgeführt werden konnte.

5. Meningitische Wurzelaffektionen.

Hier sind zunächst die entzündlichen Affektionen der Dura zu erwähnen. Von der posttraumatischen Pachymeningitis externa war bereits in dem Abschnitt über die traumatischen Wurzelläsionen die Rede. Nicht selten beruht die Pachymeningitis externa auf syphilitischer Basis. Sie kann jeder spezifischen Therapie trotzen und eine operative Intervention erforderlich machen. Bekannt ist das ätiologisch bisher nicht geklärte Krankheitsbild der chronisch progressiven Pachymeningitis sui generis, das mit heftigen Wurzelschmerzen einhergeht. In einem von mir beobachteten Fall entwickelte sich eine schwere Pachymeningitis externa von großer Höhenausdehnung im Anschluß an einen Typhus abdominalis. Schließlich gehören in diese Gruppe auch Fälle kryptogenetischer epiduraler Eiterungen, auf die neuerdings F. Krause die Aufmerksamkeit hingelenkt hat.

Die infektiösen Leptomeningitiden (die epidemische Meningitis, die tuberkulöse, die typhöse, die Colimeningitis, die eitrige Staphylokokken- und Streptokokkenmeningitis verschiedensten Ursprungs, die syphilitische Meningitis und die Cysticerkenmeningitis) sind durch ihre Wurzelschmerzen genugsam bekannt. Zumeist handelt es sich ja dabei um akute und diffuse Prozesse, aber durch besondere Ausprägung des Krankheitsprozesses im Bereich einzelner Hirnnerven oder spinaler Wurzeln können scharf lokalisierte Schmerzen auftreten (Trigeminus, Intermedius, Vagus, Occipitalnerven, Cervicalnerven, Armplexus, Thoracalnerven, Lumbalnerven, Plexus pudendus, Plexus coccygeus). Die bei den verschiedenen Meningitiden auftretenden Visceralgien sind wohl auf eine Irritation der in den Thoracal- bzw. oberen Lumbalwurzeln verlaufenden afferenten sympathischen Fasern zurückzuführen. Hervorzuheben, weil wenig bekannt, ist die Tatsache, daß die tuberkulöse Meningitis gelegentlich einen ganz langsam schleichenden progredienten Verlauf nimmt und sich an umschriebenen Partien des Markes auswirkt. Solche Fälle verlaufen unter dem Bilde eines subakuten oder langsam sich entwickelnden Querschnittsyndroms, das für den Fall, daß im Liquor eine isolierte Eiweißvermehrung ohne Zellenvermehrung und ohne Tuberkelbazillen besteht, irrtümlich als Kompressionssyndrom aufgefaßt wird. Ich habe einen derartigen Fall langsam entstandener Querschnittslähmung in der Höhe des zwölften Dorsal-

segmentes mit heftigen Wurzelschmerzen im Bereich der unteren Abdominalpartien operiert. Bei der Biopsie fand sich eine umschriebene starke Arachnitis sero-fibrosa adhaesiva cystica. Erst nach dem Tode erwies die histologische Untersuchung, daß es sich um eine umschriebene tuberkulöse Spinalmeningitis handelte. In einem andern Fall kam es acutissime zu einer völligen Querschnittslähmung des Markes in der Höhe des sechsten Dorsalsegments; starke, der sechsten und siebenten Dorsalis entsprechende Wurzelschmerzen, eine starke Eiweiß- und Zellvermehrung im Liquor, hohes Fieber und eine fast den ganzen vierten Brustwirbel einnehmende starke Aufhellung im Röntgenbilde machten die Diagnose einer akuten Osteomyelitis der Wirbelsäule wahrscheinlich. Bei der Operation konnte kein Prozeß an der Wirbelsäule gefunden werden, auch die Dura war völlig normal. Innerhalb des Duralsacks fand sich eine umschriebene starke Arachnitis und Entzündung der Pia mater. Auch in diesem Fall hat die histologische Untersuchung post mortem das Bestehen einer circumkripten tuberkulösen Leptomeningitis aufgedeckt. An der Wirbelsäule fand sich nicht das Geringste. Der Aufhellung, die im Röntgenbild festgestellt war, entsprach kein greifbarer ossaler Prozeß.

Sodann sind hier die Wurzelschmerzen zu erwähnen, welche infolge einer Beteiligung der Meningen im akuten Stadium entzündlicher Rückenmarkskrankheiten beobachtet wurden. Dahin gehört in erster Linie die Poliomyelitis acuta, deren Initialstadium vielfach durch mehr oder weniger starke meningeale Symptome und Wurzelschmerzen ausgezeichnet ist. Manchmal halten diese Schmerzen auffallend lange an. Ihren meningealradiculären Ursprung verraten sie meines Erachtens durch die Tatsache, daß sie durch ausgiebige und konsequent ausgeführte Lumbalpunktionen meist beseitigt werden. Übrigens möchte ich nicht unerwähnt lassen, daß nicht alle Schmerzen bei der Heine-Medin'schen Krankheit auf Wurzelreizung zurückzuführen sind. Ein Teil derselben ist offenbar rein medullären Ursprungs, dadurch bedingt, daß die Hinterhörner in den Entzündungsprozeß mit einbezogen sind. Ich schließe das hauptsächlich daraus, daß ich in mehreren derartigen Fällen objektive Sensibilitätsdefekte von exquisitem Hinterhorntypus festgestellt habe, die sich nur langsam wieder zurückbildeten. Lumbalpunktionen hatten in diesen Fällen nicht den geringsten Erfolg bezüglich der Schmerzen. Die andere entzündliche Rückenmarkserkrankung, welche in erster Linie wohl auch durch eine initiale Beteiligung der Meningen am Krankheitsprozeß mit heftigen Wurzelschmerzen einhergehen kann, ist die Encephalo-myelitis epidemica. Es war auffallend, wie einzelne der zahlreichen in den letzten Jahren zur Beobachtung gekommenen Epidemien dieser Krankheit geradezu durch

diese heftigen, diffusen, aber auch circumskripten Wurzelschmerzen oder Schmerzen seitens einzelner Gehirnnerven ausgezeichnet waren. Auch diese encephalitischen Wurzelschmerzen erweisen sich in manchen Fällen als recht hartnäckig. Lumbalpunktionen haben ihnen gegenüber eine ähnlich günstige Wirkung wie bei den Schmerzen der Poliomyelitis.

Die therapeutisch weitaus wichtigste Gruppe der Meningealerkrankungen bildet die sogenannte Meningitis serosa oder Arachnitis serofibrosa-adhaesiva cystica. Diese stellt allerdings keine ätiologisch einheitliche Krankheit dar. Eine der häufigsten Ursachen sind Traumen des Rückenmarks, wobei sowohl Einwirkungen stumpfer Gewalten, wie Schußverletzungen, seltener Stichverletzungen und Starkstromverletzungen ätiologisch in Betracht kommen. Meist ist die Entwicklung dieser Arachnitis durch ein mehr oder weniger langes Intervall von dem Trauma selbst getrennt. Es handelt sich fast stets um ein chronisch progredientes, durch Remissionen und Exazerbationen ausgezeichnetes Leiden. Gerade die Exazerbationen sind häufig durch erneute heftige Wurzelschmerzen charakterisiert. Dieser posttraumatischen Arachnitis ist bei der Besprechung der traumatischen Wurzelläsionen bereits gedacht worden.

Eine zweite Gruppe bilden die Fälle von Meningitis serosa bzw. Arachnitis sero-fibrosa cystica adhaesiva, welche als Folgezustand einer überstandenen infektiösen Meningitis, besonders der epidemischen Zerebrospinalmeningitis anzusehen sind. Diese konsekutive Arachnitis kann einen chronisch progredienten Prozeß darstellen und zu den verschiedensten Wurzelschmerzen Anlaß geben.

In einer dritten Gruppe von Fällen stellt die Arachnitis lediglich einen konkomitierenden Prozeß dar. Wir haben bereits früher erwähnt, daß sie bei den tuberkulösen Spondylitiden nicht selten vorkommt. Dasselbe gilt für Spondylitiden jeder anderen Genese und auch für die Mißbildungen der Wirbelsäule, besonders die Spina bifida. Es gilt für die Pachymeningitiden, für die Tumoren der Wirbelsäule und ganz besonders für den intraduralen extramedullären Tumor. Daß sie bei letzterem an dem Zustandekommen gewisser radiculärer Fernsymptome beteiligt ist, ist ausdrücklich hervorgehoben worden. Daß alle entzündlichen Prozesse der Pia mater gleichzeitig eine Arachnitis bedingen, braucht wohl nicht besonders erwähnt zu werden. Die syphilitische Radiculitis, aber ebenso auch die Meningo-myelitis syphilitica sind sehr oft mit einer konkomitierenden Arachnitis verbunden. Dasselbe gilt für die Tabes dorsalis, für die multiple Sklerose, für die Syringomyelie und die Hydromyelie und für den intramedullären Tumor. Bei diesen Rückenmarkskrankheiten stellt die Arachnitis keineswegs immer nur einen nebensächlichen, die Symptomatologie des Leidens

nicht beeinflussenden Nebenbefund dar, sondern sie bildet gelegentlich ihrerseits die Ursache gerade für heftige Wurzelschmerzen. Davon wird bei der Besprechung der einzelnen Rückenmarkskrankheiten alsbald noch die Rede sein.

Die konsekutive oder konkomitierende Arachnitis spielt am Gehirn eine ebenso bedeutsame Rolle wie am Rückenmark. Nach Schädel- und Gehirntraumen gehört sie fast zum Bilde. Eine häufige Ursache sind ferner Otitiden und Nebenhöhlenaffektionen. Ferner bildet sie eine häufige Begleiterscheinung vieler Gehirnkrankheiten, des Tumors, Hirnabszesses, des Hirntuberkels, aller zerebralen Meningitiden, der Gehirnsyphilis, der verschiedenen vasculären Hirnprozesse, der Aneurysmen an der Schädelbasis, der genuinen Epilepsie usw. Sie ist da, wo sie auftritt, nicht nur eine häufige Ursache von Kopfschmerzen, sondern auch von heftigen Schmerzen seitens der sensiblen Gehirnnerven, des Trigeminus, Intermedius, Glossopharyngeus und Vagus.

Nun bleibt aber nach Abzug der posttraumatischen, der konsekutiven und der konkomitierenden Arachnitis noch eine vierte Gruppe bestehen, in der die Krankheit ein selbständiges, ätiologisch bisher allerdings unklares Leiden darstellt. Manchmal ist eine vorausgegangene Infektionskrankheit anamnestisch von Bedeutung. Diese idiopathische Meningitis serosa oder Arachnitis sero-fibrosa cystica adhaesiva kann sich je nach der speziellen Lokalisation des Prozesses und nach der Intensität und Extensität des Prozesses klinisch in sehr mannigfachen Symptomenbildern äußern. Daß sie gelegentlich das typische Bild des Rückenmarkstumors erzeugt, ist genugsam bekannt. Wurzelschmerzen und Schmerzen von seiten der Gehirnnerven sind bei ihr keine Seltenheit. Ich habe einen Fall operiert, in dem außer einer spastischen Lähmung beider Beine, einer Aufhebung des Lagegefühls daselbst und einer schweren Störung des Raumsinnes der Haut bis zum siebenten Thoracaldermatom aufwärts heftigste Wurzelschmerzen von seiten der linken sechsten Thoracalis bestanden. Obwohl im Liquor keine Eiweißvermehrung vorlag, mußte in erster Linie an einen intraduralen Tumor gedacht werden. Bei der Operation fand sich eine schwere Arachnitis cystica, die sechste linke Dorsalwurzel war durch einen arachnoidealen Strang fast rechtwinklig abgeknickt. Ihre Resektion behob die Schmerzen mit einem Schlage. Die Marksymptome erfuhren nur eine leichte Besserung.

Eine operative Behandlung der meningealen Wurzelschmerzen kommt in erster Linie für die Pachymeningitis externa posttraumatica, für die idiopathische Pachymeningitis und gelegentlich auch, wie schon erwähnt, für die syphilitische Pachymeningitis in Betracht, die sich vielfach gegen

eine noch so energische spezifische Therapie refraktär verhält. Daß die chronische circumskripte tuberkulöse Meningitis gelegentlich infolge diagnostischen Irrtums Gegenstand operativer Intervention wird, ist schon erwähnt. Ein Nutzen wurde in meinen Fällen mit der Operation nicht erzielt. Übrigens halte ich es nicht für ausgeschlossen, daß in derartigen Fällen der Prozeß durch die Operation doch gelegentlich auch einmal günstig beeinflußt werden kann, wenn Analogieschlüsse auf Grund der günstigen operativen Ergebnisse in manchen Fällen von umschriebener, chronischer, tuberkulöser Meningitis des Gehirns zulässig sind, die ich wiederholt nach einfacher Freilegung und nach Ablassen des lokalen Exsudates ausheilen sah. Im übrigen aber bietet unter den Meningitiden das wichtigste Indikationsgebiet für operative Eingriffe die Meningitis serosa oder Arachnitis serofibrosa cystica adhaesiva. Für die traumatische Arachnitis ist dies bereits im Kapitel III, 1 ausgeführt worden. In gleicher Weise gilt dies aber auch für die konsekutive und idiopathische Arachnitis und zum Teil auch für die konkomitierende Arachnitis Bei der Spondylitis tuberculosa ist es allerdings nicht ratsam bei der Operation die Dura zu eröffnen, weil dadurch die Gefahr einer Infektion der Leptomeninx heraufbeschworen wird. Aber bei der Spina bifida ist die Lösung der arachnoidealen Stränge und Verklebung wohl der wichtigste Akt der Operation. Auch bei der traumatischen und der idiopathischen Pachymeningitis versäume man nicht die Dura zu eröffnen und intradurale arachnoideale Veränderungen zu beheben, während dies bei der syphilitischen und vollends bei der eitrigen Pachymeningitis direkt kontraindiziert ist. In einem Falle von extraduralem Tumor habe ich mich veranlaßt gesehen nach der Exstirpation des Tumors die Dura zu eröffnen und habe eine große arachnoideale Cyste entleert. In diesem Falle schwanden nicht nur die Wurzelschmerzen unmittelbar mit der Entleerung der Cyste, sondern auch die Marksymptome gingen so rasch und in solchem Ausmaß zurück, daß kein Zweifel an dem speziellen Nutzen der Eröffnung der Dura bestehen konnte. Stößt man bei der Entfernung eines intraduralen, extramedullären Tumors auf eine starke konkomitierende Arachnitis, so wird man auf die Beseitigung derselben mit bedacht sein, obwohl es sich nicht empfiehlt eingreifende Versuche zu unternehmen, etwa das mit der Dura verwachsene Rückenmark von dieser abzulösen oder arachnitische Membranen, die das Mark umhüllen, von diesem abzutragen. Solche Versuche können die Wiederherstellung des durch den Druck des Tumors ja ohnehin schon geschädigten Markes ernstlich in Frage stellen. Auch ist es nicht ratsam, einer über den Ort des Tumors hinausreichenden Arachnitis wegen die Laminektomie nennenswert auszu-

dehnen. Allerdings habe ich bei allen extramedullären Tumoren Wert darauf gelegt, die am oberen Pol des Tumors fast stets vorhandene Liquorstauung durch Spalten des arachnoidealen Sackes zu beseitigen. Die konkomitierende Arachnitis bei Tabes, Rückenmarksyphilis, multipler Sklerose, Syringomyelie, Hydromyelie, und beim intramedullären Tumor gibt an und für sich niemals eine Indikation zur Operation ab. Ich muß aber erwähnen, daß ich mehrere Male unter der Annahme eines extramedullären oder intramedullären Tumors operiert habe und bei der Biopsie eine multiple Sklerose oder eine Hydromyelie oder eine Syringomyelie fand, allemal von einer starken Arachnitis begleitet, welche die starken Wurzelschmerzen vollkommen erklärte. Über entsprechende Befunde bei der Lues spinalis wird hernach noch besonders berichtet werden.

Im allgemeinen wird man sich bei der Arachnitis, einerlei welchen Ursprunges sie ist, mit der Lösung der Verklebungen oder der Eröffnung von Zysten und der Abtragung ihrer Wandungen begnügen. Doch ist es ratsam, unter Umständen solche Wurzeln, die schwere Veränderungen aufweisen und manchmal verdickt sind, zu resezieren. Ich habe das in der Mehrzahl der Fälle getan. Zu anderen palliativen Operationen, wie der Vorderseitenstrangdurchschneidung, bietet die Arachnitis im allgemeinen keinen Anlaß.

6. Syphilitische Radiculitis.

Eine Irritation der spinalen Wurzeln oder der Gehirnnerven kann durch verschiedene luetische Prozesse bedingt sein. Der Spondylitis syphilitica, der Periostitis syphilitica im Bereiche der Foramina intervertebralia oder des Foramen jugulare (Glossopharyngeus Vagus), ferner der Pachymeningitis externa syphilitica, der syphilitischen Leptomeningitis und der konkomitierenden Arachnitis bei luetischen Prozessen des Rückenmarkes oder Gehirns ist schon gedacht worden. Nicht selten aber kommt es im Rahmen der Lues cerebrospinalis zu einer ausgesprochenen syphilitischen Wurzelentzündung oder Entzündung der Trigeminus-, Intermedius-, Glossopharyngeus- und Vaguswurzel. Diese syphilitischen Radiculitiden können auch isoliert bestehen. Ich habe bereits in dem Kapitel über die Neuralgien erwähnt, daß symptomatische Quintus-, Intermedius-, Glossopharyngeus- oder Vagusneuralgien, ferner solche der oberen Cervicalwurzeln, der unteren Cervicalwurzeln, der Thoracal-, Lumbal- und Sacralwurzeln, gelegentlich das einzige Symptom einer Lues cerebrospinalis bilden können. Ich habe hervorgehoben, daß sie lange Zeit ohne irgendwelche Ausfallssymptome einhergehen können, und ich habe daher für alle hartnäckigen Neuralgien, insbesondere auch

für hartnäckige Ischias, die Vornahme der Lumbalpunktion gefordert, die oft allein die syphilitische Ätiologie aufdecken kann, da erfahrungsgemäß die Wassermann'sche Reaktion im Blute in derartigen Fällen dauernd negativ sein kann und oft auch die Anamnese völlig versagt.

Die syphilitischen Radiculitiden sind nun allerdings fast nie Gegenstand der operativen Therapie. Wenn wirklich die Wurzelschmerzen einer energischen sachgemäßen spezifischen Behandlung — nach meiner ausgiebigen Erfahrung ist hierbei allerdings wie bei fast allen syphilitischen Affektionen des Gehirns und Rückenmarkes die endolumbale Behandlung unentbehrlich — nicht weichen, so liegt entweder eine konsekutive Arachnitis oder eine Vernarbung der Wurzel zugrunde, und in solchen Fällen kann wegen der heftigen Schmerzen ein operativer Eingriff indiziert sein. Küttner hat auf meine Veranlassung in einem solchen Falle von schwerer syphilitischer Radikulitis sämtliche hinteren Lumbosacralwurzeln einer Seite durchtrennt: es fand sich bei der Operation eine ausgesprochene Arachnitis: die Wurzeln selbst erschienen schwer verändert. Der Erfolg war in bezug auf die Beseitigung der Schmerzen ein völlig negativer. Die Operation erfolgte im Jahre 1910, zu einer Zeit, wo man von der Bedeutung der vorderen Wurzeln als Leiter des Schmerzgefühls noch nicht viel wußte. Aber selbst bei dieser Erkenntnis wäre der Entschluß, auch alle vorderen Lumbosacralwurzeln zu resezieren, kaum gefaßt worden, da Lähmungen in dem Falle nicht vorhanden waren. In Betracht kommt in solchen Fällen wohl einzig die Vorderseitenstrangdurchschneidung.

7. Idiopathische Radiculitiden.

Es gibt Fälle von isolierter Erkrankung der spinalen Wurzeln, die sich in der Regel durch Wurzelschmerzen und Ausfallserscheinungen auf dem Gebiete der Sensibilität und Reflexe zu erkennen geben. Letztere können aber auch fehlen, und es kann das Bild einer mehr oder weniger reinen Wurzelneuralgie vorliegen. Ich habe bei Besprechung der symptomatischen Ischias darauf hingewiesen, daß in manchen Fällen von Ischias eine isolierte Eiweißvermehrung im Liquor festgestellt wird, ohne daß eine Kompression der Cauda vorliegt. Ähnliches gilt auch für andere symptomatische Wurzelneuralgien. Die Eiweißvermehrung im Liquor ist der Ausdruck einer Erkrankung des intraduralen Wurzelabschnittes. Wiederholt habe ich auch derartige Radiculitiden beobachtet, bei denen neben einer Eiweißvermehrung auch eine mäßige Zellvermehrung bestand. Die Ätiologie dieser Radiculitiden ist vorläufig unklar, weshalb wir ohne Rücksicht auf eine eventuelle spätere Klärung vorläufig die Bezeichnung idiopathische Radiculitis wählen. Die Prognose dieser Fälle ist vielfach eine günstige, wenn auch der Verlauf oft recht langwierig ist. In den

unter dem Bilde der Ischialgie einhergehenden Fällen dieser Kategorie habe ich durch wiederholte Lumbalpunktion im Verein mit epiduralen Injektionen gute Ergebnisse erzielt. Zu operativen Maßnahmen hatte ich in keinem derartigen Falle Anlaß.

8. Die Tabes dorsalis.

Die Tabes dorsalis wird hier unter den radiculären Affektionen abgehandelt, obwohl wahrscheinlich bei ihr auch intramedulläre Prozesse mit im Spiele sind: gegenüber den eingehenden Untersuchungen Richter's, der den Schwerpunkt der Veränderungen bei der Tabes in die Wurzeln verlegt, an deren Austrittsstelle aus dem Duralsack er ausgesprochene chronisch-entzündliche Veränderungen nachweisen konnte, betont Spielmeyer, daß die tabischen Hinterstrangveränderungen nicht einfach die Folge einer aufsteigenden Degeneration nach primärer Erkrankung der hinteren Wurzeln sind, sondern den Charakter eines selbständigen Prozesses tragen. Hervorzuheben ist ferner, daß der Krankheitsprozeß bei der Tabes keineswegs allein auf das System der hinteren Wurzeln und der Hinterstränge sowie der sensiblen und sensorischen Gehirnnerven beschränkt ist, sondern daß er vielfach auch motorische Abschnitte, besonders motorische Hirnnerven und deren Kerne, aber auch die vorderen Wurzeln und die graue Substanz der Vorderhörner umfaßt.

Eines der Kardinalsymptome der Tabes sind die lancinierenden Schmerzen, auf deren Eigenart hier nicht näher eingegangen werden kann. Sie unterscheiden sich jedenfalls von den Wurzelschmerzen anderer Genese. Es gibt kaum eine Körperstelle, in der sie nicht zur Beobachtung kommen. Neben den echten lancinierenden Schmerzen gibt es aber auch Schmerzzustände bei der Tabes, die durchaus den Charakter richtiger Wurzelschmerzen haben, und die entweder anhaltend sind oder auch typisch paroxysmal auftreten und dann den Charakter der echten Neuralgien zeigen. Symptomatische Trigeminus-, Intermedius-, Glossopharyngeus- und Vagusneuralgien habe ich bei Tabes ebenso beobachtet wie Occipital-, Cervical-, Brachial-, Thoracal-, Lumbalneuralgien, Ischialgien, Pudendusneuralgien und Coccygealneuralgien. Außer den echten Schmerzzuständen spielen aber auch andere sensible Reizzustände bei der Tabes eine große Rolle; man bezeichnet sie gemeinhin als Parästhesien. Gepaart sind sowohl die verschiedenen Schmerzzustände als auch die Parästhesien bei der Tabes entweder mit einer ausgesprochenen Hyperalgesie oder mit sensiblen Defektzuständen. Die Störungen in der Perzeption des Schmerzgefühls sind dadurch ausgezeichnet, daß fast nie eine völlige Analgesie besteht, sondern daß zwar die Reizschwelle mehr

oder weniger erhöht ist, daß eine beträchtliche Verlangsamung der Perzeption besteht, daß die Summation der Reize eine große Rolle beim Zustandekommen des Schmerzes spielt, daß aber, wenn ein Reiz einmal durchdringt, das Schmerzgefühl einen abnorm starken hyperpathischen Charakter trägt. Die Sensibilitätsdefekte bei der Tabes entsprechen vielfach bezüglich ihrer Form und Ausbreitung dem radiculären Typus. Doch gibt es auch häufig genug Abweichungen von diesem Typus.

Die chirurgische Behandlung der Schmerzzustände speziell der lancinierenden Schmerzen der Tabiker stößt wegen der meist diffusen Extensität derselben auf die größten Schwierigkeiten. 1900 hatte Mingazzini vorgeschlagen bei heftigen lancinierenden Schmerzen die hinteren Wurzeln zu durchschneiden. Der Vorschlag kam erst 10 Jahre später durch Hildebrandt zum ersten Male zur Ausführung. Im Jahre 1912 konnte ich über 7 teils aus der Literatur gesammelte, teils eigene Fälle berichten, in denen die Resektion hinterer Rückenmarkswurzeln wegen lancinierender Schmerzen vorgenommen worden war. Die Resultate waren vernichtend. Nur in einem Falle, in dem Enderlen wegen heftiger Gürtelschmerzen die fünfte bis neunte hintere Dorsalwurzel reseziert hatte, war ein Erfolg zu verzeichnen. Unter den Mißerfolgen eigener Beobachtung war ein Fall besonders beachtenswert: es handelte sich um einen Tabiker, bei dem die äußerst heftigen Schmerzen, eng umschrieben, stets nur am Malleolus externus auftraten. Gottstein und ich resezierten die vierte und fünfte hintere Lumbalis und erste Sacralis. Die Schmerzen schwanden nur für kurze Zeit, um dann in der alten Heftigkeit wieder auszubrechen. Ob in diesem Falle die gleichzeitige Resektion der zugehörigen vorderen Wurzeln die tatsächlich ganz eng umschriebenen Schmerzen beseitigt haben würde, bleibt dahingestellt. Für die allergrößte Mehrzahl der Fälle von Tabes mit lancinierenden Schmerzen kommen jedenfalls Wurzelresektionen schon wegen der großen Extensität der Schmerzen überhaupt nicht in Betracht und mir sind auch seit 1912 keine weiteren Fälle bekannt geworden, in denen aus dieser Indikation Wurzeldurchschneidungen bei Tabes vorgenommen worden wären. Höchstens bei umschriebenen konstant auf ein bestimmtes Wurzelgebiet beschränkten Schmerzzuständen kann gelegentlich eine Wurzelresektion bei Tabes in Betracht kommen: dann aber wären unbedingt die vorderen Wurzeln mit zu durchtrennen, wodurch naturgemäß das Indikationsgebiet wieder beträchtlich eingeengt wird. In einem Falle von Tabes habe ich wegen heftiger Schmerzen die Vorderseitenstrangdurchschneidung (1912) ausgeführt. Der Fall lag besonders. Es handelte sich um einen Fall, bei dem wegen schwerer gastrischer Krisen die Resektion der hinteren fünften bis zwölften

Dorsalwurzel ausgeführt worden war. Bei einer späteren Wundrevision wurden in der Tiefe im unteren Wundwinkel putride eitrige Massen entleert, die bis auf die Dura reichten. Beim Auskratzen des untersten Wundabschnittes wurde die Dura verletzt, die unverletzte Arachnoidea wölbte sich hervor, Liquor floß nicht ab. Um ein Übergreifen der Infektion auf die Meningen zu verhüten, wurde die verletzte Stelle der Dura jodisiert. Dadurch wurde zwar eine eitrige Meningitis verhindert, aber es entwickelte sich eine schwere Arachnitis, die zu dauernden unerträglichen Schmerzen im ganzen linken Bein führte. Der Zustand wurde immer schlimmer und erheischte, da Morphium in größten Dosen absolut erfolglos blieb, anderweitige Abhilfe. Deshalb habe ich die Durchtrennung des rechten Vorderseitenstranges am unteren Ende des zweiten Dorsalsegmentes vorgenommen. Der Erfolg war ein prompter und anhaltender. Die Kranke hat noch jahrelang in meiner Beobachtung gestanden, die Schmerzen im linken Bein waren ebenso wie die Krisen dauernd beseitigt. Höchst interessant ist die Tatsache, daß die Kranke, die viel an lancinierenden Schmerzen litt, diese immer nur im rechten Bein, aber niemals im linken Bein verspürte. Hiernach erscheint der Schluß berechtigt, daß in Fällen von Tabes mit heftigen lancinierenden Schmerzen in den Beinen und im Rumpf eine doppelseitige Vorderseitenstrangdurchschneidung im Bereich des obersten Brustmarkes Erfolg verspricht. Für Fälle, in denen auch die Arme der Sitz starker lancinierender Schmerzen sind, kann die doppelseitige Vorderseitenstrangdurchschneidung am unteren Ende des vierten Cervicalsegmentes in Aussicht genommen werden: dabei bleiben allerdings die zentralen Bahnen des fünften Cervicaldermatoms, welche erst im Bereiche des vierten Segmentes kreuzen, unversehrt. Aber es erscheint mir nicht statthaft eine doppelseitige Durchtrennung des Vorderseitenstranges oberhalb des vierten Halssegmentes vorzunehmen, da das eine Unterbrechung der von der Medulla oblongata zu den Phrenicuskernen herabziehenden Atmungsbahnen bedingen würde, die mit dem Fortbestande des Lebens schwer vereinbar erscheint, in jedem Falle aber ein schwer tragbares Risiko bedeuten würde.

Eine große Crux bilden für den Tabiker die Schmerzzustände in der Sphäre der inneren Organe, die tabischen Krisen. Ich habe bereits im Jahre 1902 darauf hingewiesen, daß allen tabischen Krisen ein Reizzustand der afferenten Bahnen des betreffenden Organes zugrunde liegt, der sich in Schmerzen oder bestimmten Parästhesien in der betreffenden Organsphäre und einer ausgesprochenen Hyperalgesie des Organes zu erkennen gibt: dieser sensible Reizzustand ruft reflektorisch starke motorische und sekretorische Reizerscheinungen in der zugehörigen Organsphäre hervor. Die tabischen Krisen werden also

durch eine Trias von Symptomen charakterisiert, Schmerzen oder Parästhesien, motorische Reizerscheinungen, sekretorische Reizerscheinungen. Diese Trias finden wir mehr oder weniger ausgeprägt bei allen Krisen wieder, mag es sich um Magenkrisen, Darmkrisen, Rectalkrisen, Ösophagus- oder Pharynxkrisen, um Nasen-, Kehlkopf- oder Bronchialkrisen, um Herz- oder Gefäßkrisen, um Mammakrisen, um Nieren-, Blasen-, Urethral-, Uterus- Vulvo-vaginal- oder Clitoriskrisen, um Augen-, Ohr-, Geschmacks- oder Geruchskrisen und schließlich noch um die von mir so benannten Extremitätenkrisen handeln. Auf die verschiedenen Modalitäten der sensiblen, motorischen und sekretorischen Reizerscheinungen bei diesen verschiedenen Organkrisen kann hier nicht eingegangen werden. ich verweise diesbezüglich auf meine früheren Arbeiten über diesen Gegenstand (Mschr. f. Psych. u. Neurol. Bd. XI, H. 4: Allg. med. Zentralztg. 1909, Nr. 15: Beitr. z. klin. Chir. Bd. LXIII, H. 2, 1909; Ther. d. Gegenw., August 1911; B.kl.W. 1912, Nr. 12, Sitz. d. Breslauer chir. Ges.).

Der sensible Reizzustand in der Sphäre eines bestimmten Organs, welcher das Primäre aller Krisen darstellt, wird hervorgerufen durch eine pathologische Irritation der afferenten Bahnen dieses Organes innerhalb der entsprechenden spinalen Wurzeln oder der Vaguswurzel. Die praktisch weitaus wichtigste Form tabischer Krisen ist die gastrische Krise. Die afferenten Bahnen des Magens passieren durch den Sympathicus (Plexus coeliacus, Splanchnicus major, Rami communicantes, 6. bis 9. Thoracalwurzel), durch den Vagus und vielleicht auch durch den Phrenicus (3. bis 5. Cervicalwurzel). Die klinischen Tatsachen sprechen dafür, daß der gewöhnlichen Form der gastrischen Krise, welche mit heftigen Magenschmerzen einhergeht, eine Irritation der sympathischen afferenten Bahnen und zwar innerhalb der genannten Thoracalwurzeln zugrunde liegt. Höchstwahrscheinlich beruhen aber diejenigen tabischen Magenkrisen, welche ohne Schmerz verlaufen, bei denen vielmehr eine furchtbare, geradezu imperiöse Nausea im Vordergrunde steht, auf einer Irritation der afferenten Vagusfasern und zwar innerhalb der Vaguswurzel. Daß drittens eine pathologische Irritation der afferenten Phrenicusfasern im Bereiche von C_3—C_5 die Ursache gastrischer Krisen bilden kann, möchte ich daraus schließen, daß in manchen Fällen von vornherein starker Schulterschmerz und starker reflektorischer Singultus besteht.

Nach diesen kurzen Vorbemerkungen möchte ich in eine Kritik der zahlreichen zur Bekämpfung gastrischer Krisen empfohlenen operativen Verfahren eintreten. Es sind bisher folgende Methoden zur Bekämpfung gastrischer Krisen angewandt worden: 1. Die sogenannte Enervatio ventriculi nach Latarjet-Wertheimer, die darin besteht, daß am Magen selbst und zwar in dessen gesamter Ausdehnung alle an ihn

herantretenden Nerven der Reihe nach durchtrennt werden, sicher ein äußerst mühseliges und wohl schwer restlos durchführbares Verfahren; 2. die Exstirpation des Ganglion solare nach Leriche, bzw. die Dehnung desselben nach Jabouley-Leriche oder die Isolierung desselben nach Delbet und Moquot; 3. die Resektion des Splanchnicus transpleural nach Jean, oder extrapleural-prävertebral (O. Foerster); 4. die Resektion der Rami communicantes (von Gaza); 5. die Durchschneidung der hinteren Thoracalwurzeln (O. Foerster-Küttner); 6. die Durchschneidung der hinteren und vorderen Thoracalwurzeln (Foerster-Küttner, Thorburn-Shawe); 7. die Neurexhairese der Intercostalnerven (Franke); 8. die Durchschneidung der Vorderseitenstränge (Schüller, Souttar, O. Foerster, Sicard); 9. die subdiaphragmatische doppelseitige Vagotomie (Exner); 10. die Durchschneidung der Vaguswurzel (Foerster-Küttner).

Wenn wir die Richtigkeit unserer Auffassung, daß die gastrischen Krisen auf einer pathologischen Irritation afferenter Magennerven innerhalb der Thoracalwurzeln oder der Vaguswurzeln oder der Phrenicuswurzeln beruhen, unterstellen, so ist klar, daß die peripheren Operationsverfahren 1. 2. 3. 4. und 9. insoweit als irrationell aufzufassen sind, als bei ihnen die afferenten Magennerven nicht zentral, sondern peripher von derem Sitze der irritativen Noxe unterbrochen werden, letztere also fortwirken muß. Nun hat allerdings Roux bereits vor längerer Zeit nachgewiesen, daß bei Tabes auch im peripheren Sympathicus Veränderungen angetroffen werden und daß diese auch in Fällen mit gastrischen Krisen vorhanden sind. Die Beteiligung der peripheren Nerven im allgemeinen bei der Tabes war von Roux's Lehrer Dejerine schon immer stark betont worden (Tabes dorsalis avec névrite périphérique). Im Vagus sind solche Veränderungen zahlreiche Male festgestellt worden. Diese Befunde in den peripheren Nerven berechtigen aber noch keineswegs zu der Auffassung, daß nun in allen Fällen von gastrischen Krisen die pathologische Irritation der afferenten Magenfasern im Bereiche der peripheren Nerven liegen müsse. Ob die Veränderungen in der Peripherie, wenn solche vorhanden sind, überhaupt ursächlich in Betracht kommen, ist recht zweifelhaft. Und so lange dieser Nachweis aussteht, müssen wir meines Erachtens an der Auffassung festhalten, daß der Sitz der Irritation weiter zentral in den Wurzeln zu suchen ist. Ich bin dieser Frage in der Weise nachgegangen, daß ich bei Tabikern mit schweren schmerzhaften Magenkrisen die Ausschaltung des Splanchnicus und der Rami communicantes durch paravertebrale Novocaininfiltration nach Laewen und Kappis

vorgenommen habe. Die Krisen wurden dadurch in keiner Weise beeinflußt. Allerdings berichtet Mandl über gegenteilige Erfahrungen. Die doppelseitige prävertebrale Durchtrennung des Splanchnicus major, die ich in einem Falle schwerer gastrischer Krisen ausgeführt habe, hatte nicht den geringsten Erfolg bezüglich der Beseitigung der Schmerzen. Ich habe auch bisher in keinem Falle gastrischer Krise, in dem die subdiaphragmatische Vagotomie nach Exner ausgeführt wurde, auch nur die leichteste Besserung der Schmerzen feststellen können.

Nun dürfen wir allerdings deshalb die genannten peripheren Operationsmethoden noch nicht schlechthin als vollkommen irrationell bezeichnen. Denn zweifellos wird durch alle die genannten peripheren Operationsmethoden der Magen mehr oder weniger deafferentiert. Daß die Überempfindlichkeit der Magenschleimhaut bei der gastrischen Krise eine sehr große ist, daß infolgedessen Ingesta häufig den Anstoß zum Ausbruch der Krise geben und daß vor allem der während der Krise in enormer Menge abgesonderte Magensaft sowie die im Magen sich ansammelnden schleimigen und galligen Massen immer wieder zum Brechen reizen und so gleichsam einen Circulus vitiosus unterhalten, ist von mir immer wieder besonders betont worden. Diese periphere Komponente im Mechanismus der Krise kann zweifellos durch die erwähnten Methoden der peripheren Deafferentierung des Magens ausgeschaltet oder doch vermindert werden, und darauf beruht wohl auch der Erfolg, der in einzelnen Fällen mit diesen peripheren Methoden bei gastrischen Krisen erzielt worden ist. In schweren, hartnäckigen Fällen reicht diese periphere Deafferentierung aber nicht aus. Nun leisten aber diese peripheren Operationsmethoden noch mehr als eine partielle oder totale Deafferentierung. Ich habe in dem oben erwähnten Falle von Tabes die doppelseitige Splanchnicusdurchtrennung nicht von dem Gesichtspunkte aus vorgenommen, die afferenten Magennerven zu unterbrechen, sondern um direkt in die motorische Sphäre des Magens einzugreifen und das Brechen zu coupieren. Ich ging dabei von den Tierexperimenten Klee's aus, welcher gezeigt hat, daß bei Reizung des Vagus am Halse Erbrechen eintritt. Dieses entsteht durch Erregung der afferenten Vagusfasern, welche über die Medulla oblongata den Brechakt auslösen. Der zentrifugale Schenkel dieses Brechreflexes führt einmal über die vorderen Thoracalwurzeln zu den Bauchmuskeln und über den Phrenicus zum Zwerchfell, sodann aber vor allem über den motorischen Splanchnicus zum Magen selbst, an dem es infolge der Splanchnicuserregung zum Verschluß des Pylorus, zum Sistieren der normalen Magenperistaltik und zum Auftreten einer antiperistaltischen Welle vom Pylorus zur Cardia hin kommt, und drittens führt der zentri-

fugale Schenkel des Brechreflexes über motorische Vagusfasern zur Cardia. die eröffnet wird und dem Mageninhalt den Eintritt in den Ösophagus gestattet. Der wichtigste dieser am Brechakt beteiligten efferenten Nerven ist nach Klee der Splanchnicus, seine Durchschneidung läßt zwar die Kontraktion des Zwerchfells und der Bauchmuskeln fortbestehen ebenso wie die Eröffnung der Cardia, hebt aber den wichtigsten Teil des Brechaktes, den Pylorusverschluß und die Antiperistaltik des Magens vom Pylorus zur Cardia hin, auf. Auf diesen tierexperimentellen Studien Klee's fußend, habe ich die doppelseitige Splanchnicotomie vorgenommen, um den wichtigsten efferenten Brechnerven auszuschalten. Ich wurde zu diesem Vorgehen noch besonders dadurch veranlaßt, daß das Röntgenbild des Magens bei der gastrischen Krise einen ausgesprochenen Pylorospasmus aufweist, der während des Brechaktes noch erheblich zunimmt und von antiperistaltischen Wellen gefolgt ist. Das Resultat der doppelseitigen Splanchnicotomie war aber in meinem Falle ein anderes als auf Grund der tierexperimentellen Studien Klee's erwartet worden war. Daß die Schmerzen fortbestanden, kann nicht Wunder nehmen, da ja der irritative Prozeß im Bereiche der thoracalen Wurzeln fortwirkte. Aber auch das Brechen selbst erfolgte genau so häufig, so heftig und so ausgiebig wie zuvor. Daraus geht meines Erachtens hervor, daß die tierexperimentellen Ergebnisse Klee's bezüglich der Notwendigkeit des Splanchnicus zum Brechakt auf den Menschen nicht ohne weiteres übertragen werden können. Die Splanchnicotomie erweist sich daher in doppelter Hinsicht als irrationell, insofern sie den der Krise zugrunde liegenden Irritationsprozeß der afferenten Magenfasern nicht ausschaltet und auch den Brechakt selbst nicht genügend lähmt, als rationell nur insoweit, als sie die Magenschleimhaut selbst partiell deafferentiert. Ganz genau die gleichen Betrachtungen gelten für die Resektion der Rami communicantes (4).

Etwas anders liegen die Verhältnisse bei den am Ganglion solare angreifenden Operationen (2), insofern hierbei auch zahlreiche vom Vagus herstammende afferente und efferente Fasern des Magens mit unterbrochen werden, und vollends bei der Enervatio ventriculi (1), bei der alle afferenten und efferenten Magennerven ausgeschaltet werden. Es ist aber nicht erwiesen, daß bei dieser mehr oder weniger vollständigen Deefferentierung des Magens wirklich der Brechakt nicht mehr zustande kommen kann, wenn Bauchpresse und Zwerchfell ungeschwächt weiterarbeiten.

Bei der doppelseitigen subdiaphragmatischen Vagotomie erfährt zwar auch der efferente Schenkel des dem Brechakt zugrunde liegenden Reflexbogens durch die Unterbrechung der die Cardia eröffnenden Vagus-

fasern eine partielle Schädigung, die andern efferenten Komponenten bleiben aber unbeeinflußt, und ich habe, wie gesagt, noch keinen Fall beobachtet, in dem der Brechakt irgendwie durch diese Operation beeinflußt worden wäre.

Nun läßt sich aber noch ein dritter Gesichtspunkt für die erwähnten peripheren Operationsmethoden ins Feld führen. Die gastrische Krise geht wie bemerkt mit enormer Hypersekretion einher, und die fortwährend sezernierten Massen wirken ihrerseits als Reiz auf die Magenschleimhaut und unterhalten damit den oben erwähnten Circulus vitiosus. Es ist nun sehr wohl möglich, daß durch die peripheren Operationsmethoden die sekretorischen Magennerven teilweise oder ganz ausgeschaltet werden. In dieser Beziehung dürfte dem Vagus gegenüber dem Sympathicus die größere Bedeutung zukommen. Ganz aufgehoben wird aber die sekretorische Magentätigkeit selbst bei völliger Deefferentierung des Magens nicht; sie wird durch die intramuralen Eigennerven des Magens unterhalten.

Zusammenfassend lassen sich also die peripheren Operationsmethoden dahin kritisieren, daß durch sie zwar eine partielle oder totale periphere Deafferentierung und Deefferentierung, letztere sowohl in motorischer wie sekretorischer Beziehung erzeugt wird und dadurch in gewisser Weise in den komplizierten Mechanismus, der der Krise zugrunde liegt, eingegriffen wird, daß aber das Übel an seiner Wurzel nicht gepackt wird, da diese in dem weiter zentral an den thoracalen Wurzeln oder den Phrenicuswurzeln oder der Vaguswurzel angreifenden Krankheitsprozeß erblickt werden muß.

Zur Kritik der, wie ich sie im Gegensatz zu den peripheren Operationen nennen möchte, zentralen Operationen, der Durchschneidung der Thoracalwurzeln oder der Vaguswurzel bzw. der Vorderseitenstrangdurchschneidung ist folgendes zu sagen. Die Wurzeldurchschneidungen greifen an der Stelle des Krankheitsprozesses selbst an und schalten diesen aus, da es nach der Durchschneidung der Wurzeln zu einer Degeneration der afferenten radiculären Bahnen des Magens, die ihr trophisches Zentrum in den peripher von der Durchschneidungsstelle gelegenen Spinalganglien oder Sympathicusganglien haben, kommt. Als ich im Jahre 1908 zum ersten Male der operativen Behandlung der gastrischen Krisen näher trat und die Resektion der hinteren siebenten bis neunten Dorsalwurzel empfahl und Küttner diese Operation zum erstenmal ausführte, ging ich von der Voraussetzung aus, daß erstens die afferenten sympathischen Magenfasern alle durch die hinteren Wurzeln passieren, und zweitens, daß sie im wesentlichen wenigstens durch die siebente bis neunte Dorsalis passieren. Die Operation ist seitdem zahlreiche Male ausgeführt worden. Wer sie oft gemacht hat,

dem ist es so ergangen wie mir, neben zweifellosen und auch anhaltenden Erfolgen und neben mehr oder weniger beträchtlichen Besserungen stehen auch zahlreiche absolute Mißerfolge oder Fälle, in denen nach anfänglichem Cessieren der Krisen früher oder später schwere Rezidive auftraten. Die Ursachen dieser Mißerfolge sind zweifacher Art. Erstens ist es sehr wahrscheinlich, daß afferente sympathische Magenfasern außer durch die siebente bis neunte Thoracalwurzel auch noch durch die benachbarten Wurzeln, also die sechste, vielleicht sogar auch noch die fünfte einerseits und die zehnte Thoracalis anderseits ins Rückenmark gelangen. Head nimmt für die sensible Versorgung des Magens D_6—D_9 in Anspruch, ebenso Laewen und Kappis. Aber abgesehen davon ist zu bedenken, daß der Krankheitszustand, den wir als gastrische Krise bezeichnen, in Wahrheit eine abdominale Visceralgie darstellt, bei der die Magenerscheinungen zwar im Vordergrund stehen, bei der aber der sensible Reizzustand doch mehr oder weniger weit über die Magensphäre hinausgreifen kann, mit andern Worten, daß dieser Abdominalvisceralgie eine Irritation afferenter sympathischer Fasern im Bereich des gesamten Wurzeleintrittsgebiets der sympathischen Fasern der Abdominalorgane, das ist (D_5) D_6—L_3, zugrunde liegen kann, die zwar im Fall der gastrischen Krise ihren Mittelpunkt in D_7 bis D_9 hat, aber doch auch D_6 und D_5 und eventuell auch eine größere Zahl der tieferen Wurzeln (D_{10}—L_3) mitumfassen kann. Die Richtigkeit dieser Annahme erhellt meines Erachtens aus der Tatsache, daß die Erfolge der Resektion hinterer Wurzeln besser sind, wenn D_6—D_{10} oder gar D_5—D_{12} reseziert werden, und vor allem daraus, daß in manchen Fällen, in denen die Resektion von D_7—D_9 anfangs keinen Erfolg gezeitigt hatte, die nachträgliche Resektion benachbarter Wurzeln die Krisen beseitigte (Guleke, eigene Beobachtungen). Aber selbst bei derartig umfänglichen Resektionen hinterer Wurzeln sind Mißerfolge zu verzeichnen. Und das rührt daher, daß ein beträchtlicher Teil der afferenten sympathischen Visceralfasern durch die vorderen Wurzeln ins Rückenmark eintreten kann. Ich stimme allerdings W. Lehmann nicht zu, welcher die Auffassung vertritt, daß die Visceralfasern überhaupt nicht durch die hinteren, sondern nur durch die vorderen Wurzeln passieren. Dagegen sprechen unbedingt die Erfolge, die in vielen Fällen gastrischer Krisen mit der alleinigen Resektion hinterer Wurzeln erzielt sind. Aber zugegeben muß wohl unbedingt werden, daß auch die vorderen Wurzeln neben den hinteren afferente Visceralfasern führen können. Offenbar ist das in einem individuell recht verschiedenen Grade der Fall. Die Vorderwurzelleitung stellt eine Hilfsbahn der Visceralsensibilität dar, die Hauptbahn geht meines Erachtens

durch die hinteren Wurzeln. Aber wenn es sich darum handelt, einen irritativen Prozeß in seiner Auswirkung auf die höher gelegenen Abschnitte des Schmerzsystems völlig zu blockieren, so genügt die Ausschaltung der Hauptbahn nicht, sondern es muß auch die Hilfsbahn unterbrochen werden. Ich habe bereits im Jahre 1911 in einem Fall von Tabes mit gastrischen Krisen die hintere und vordere sechste bis zehnte Thoracalwurzel durchtrennt. Der Erfolg war ein ausgezeichneter, in einem andern Fall aber, in dem ebenfalls die sechste bis zehnte hintere und vordere Dorsalwurzel einschließlich der Spinalganglien exstirpiert wurden, blieb der Erfolg ganz aus. Auch die später angeschlossene subdiaphragmatische Vagotomie änderte nichts an dem Resultat. Über günstige Erfolge von gleichzeitiger Hinter- und Vorderwurzelunterbrechung hat auch Shawe berichtet.

Daß bei gleichzeitiger Resektion der hinteren und vorderen 6. bis 10. Thoracalwurzel neben Erfolgen auch Mißerfolge zu verzeichnen sind, spricht meines Erachtens sehr für die vorhin von mir vertretene Auffassung, daß der gastrischen Krise eben bisweilen eine Erkrankung eines umfänglicheren Wurzelgebietes zu Grunde liegt. Da die Extensität des Prozesses oft sehr schwer zu übersehen ist, so werden die Erfolge in Fällen, in denen wenig Wurzeln reseziert werden, immer unsicher bleiben, während da, wo möglichst viel Wurzeln durchtrennt werden, die Chancen einer Heilung viel größer sind. Es fragt sich aber, ob wir nicht an die Stelle derartig ausgedehnter Wurzelresektionen besser die Vorderseitenstrangdurchschneidung treten lassen, umso mehr, als die Resektion so zahlreicher vorderer Thoracalwurzeln immerhin eine ausgedehnte Lähmung der Bauchmuskeln im Gefolge hat. Bevor ich aber auf die Berechtigung und Chancen der Vorderseitenstrangdurchschneidung näher eingehe, muß noch besprochen werden, welche Fälle von gastrischen Krisen überhaupt für die Durchtrennung thorakaler Wurzeln in Betracht kommen und in welchen Fällen sie kontraindiziert ist. Es gibt zwei grundverschiedene Formen gastrischer Krisen. Bei der weitaus häufigsten Form stehen die Magenschmerzen, präziser gesprochen, die Visceralgie, im Vordergrund: neben den Magen- und Leibschmerzen besteht eine ausgesprochene Hyperalgesie der Haut und zum Teil auch der subcutanen Gewebe in den thoracalen Dermatomen, am stärksten ist die cutane Überempfindlichkeit, meist im siebenten und achten Thoracaldermatom, doch kann sie nach oben bis zur Mamilla (5. Dermatom) und nach abwärts bis zum Nabel (9. Thoracaldermatom) und noch tiefer reichen. Manchmal ist die Hyperalgesie der Haut auf einzelne Dermatome beschränkt und scharf begrenzt; sie gestattet dann einen gewissen Rückschluß darauf, welche speziellen Wurzeln als gereizt angesehen werden

müssen. In anderen Fällen aber, und das ist die Mehrzahl, ist die Hyperästhesie nicht scharf umschrieben, sondern geht diffus in normalempfindliche oder hypästhetische Hautgebiete über. Interessant ist die Tatsache, daß zu einer Zeit, wo der Kranke an Krisen leidet, Hautpartien eine starke Überempfindlichkeit annehmen können, die in krisenfreien Perioden ausgesprochene Hypästhesie zeigen, ein deutlicher Hinweis, daß diesen Krisen eine Irritation der Wurzelfasern zu Grunde liegt. Ich möchte diese mit ausgesprochener Visceralgie und cutaner Hyperalgesie der Thoracaldermatome einhergehenden Krisen als Sympathicuskrisen bezeichnen und führe dieselben auf eine pathologische Irritation der afferenten sympathischen Visceralfasern innerhalb der Thoracalwurzeln zurück. Bei ihnen ist die Resektion der Thoracalwurzeln berechtigt.

Die zweite, seltenere Form gastrischer Krisen ist durch das gänzliche Fehlen von Schmerzen charakterisiert; im Vordergrunde des Bildes steht hier eine unerträgliche Nausea, die so gebieterisch sein kann, daß sie den Kranken fortwährend zwingt, sich den Finger in den Hals zu stecken und dadurch den Brechakt auszulösen. Es kann allerdings vorkommen, daß bei längerem Anhalten der Krise infolge des fortwährenden Würgens und Brechens sekundär eine gewisse Schmerzhaftigkeit des Magens eintritt; sie bildet aber sicher nicht den Primärzustand. Bei dieser Form der Krise fehlen auch die hyperalgetischen Zonen am Rumpfe, dagegen klagen die Kranken häufig über Kopfschmerzen und eine Überempfindlichkeit am Kopfe und im Gesichte, im Gebiete des Occipitalis und Trigeminus. Diese Form der Krisen hat nichts mit dem Sympathicus zu tun, ihr liegt offenbar eine Irritation der afferenten Visceralfasern des Vagus, eine Erkrankung der Vaguswurzel, zu Grunde. In dieser Auffassung werden wir bestärkt durch die Tatsache, daß bei dieser Form der gastrischen Krisen nicht selten gleichzeitig eine starke Überempfindlichkeit des Kehlkopfes (N. laryngeus superior) besteht und daß bisweilen regelrechte Larynxkrisen neben der Magenkrise einhergehen. Auch starke Überempfindlichkeit des Gehörganges und Trommelfells kommt dabei vor (Ramus auricularis vagi). Einer meiner Kranken konnte den Beginn seiner Magenkrisen genau dadurch vorhersagen, daß er regelmäßig einige Tage oder Stunden vor dem Ausbruch heftige Schmerzen im Gehörgang bekam. Auch ist mir aufgefallen, daß diese Kranken teils über heftige Präcordialangst klagen ja regelrechte Anfälle schwerer Angina pectoris haben (Nn. cardiaci vagi) und gelegentlich auch Anomalien der Herztätigkeit, die auf eine Vagusreizung hinweisen (Bradycardie), aufweisen. Bei diesen Vaguskrisen ist die Resektion der Thoracalwurzeln kontraindiziert. Hier kann nur

die Durchtrennung der Vaguswurzel zum Ziele führen. Innerhalb der operativ exponierten Vaguswurzel kann man sehr gut den afferenten Teil von dem efferenten Accessorius Vagi unterscheiden; letzterer ist, weil er die motorischen Fasern für das Gaumensegel und den Kehlkopf führt, zu schonen. Die Durchtrennung müßte, wenn nicht bestimmte Anzeichen dafür sprechen, daß der der Krise zu Grunde liegende Prozeß nur eine Vaguswurzel betrifft, doppelseitig ausgeführt werden, und da fragt es sich, ob dieser Eingriff nicht ernste Folgen mit sich bringt, in erster Linie, ob die daraus resultierende Anästhesie des Larynx, vor allem des Larynxeinganges, nicht eine zu große Gefahr für den Kranken bedeutet. Küttner hat einmal auf meine Veranlassung die Resektion der sensiblen Vaguswurzeln in einem Falle von schwersten Vaguskrisen ausgeführt; der Fall ging leider an Meningitis zu Grunde, so daß sich weder über den definitiven Erfolg der Operation bezüglich der Beseitigung der Krisen, noch über die Gefahr der Nebenwirkungen etwas Bestimmtes sagen läßt.

Außer der Sympathicus- und der Vaguskrise gibt es noch eine dritte Form, welche meines Erachtens auf einer Irritation der afferenten Phrenicusfasern im Bereiche der dritten bis fünften Cervicalwurzel beruht. Bei ihr werden ebenso wie bei den Vaguskrisen eigentliche Magenschmerzen vermißt, es besteht auch keine Hyperalgesie in den Thoracaldermatomen; charakterisiert wird die Krise durch starke Nausea, durch heftigen, der Krise oft beträchtliche Zeit vorangehenden Schulterschmerz und eine lebhafte Hyperalgesie am Halse und der Schulter, also im Bereiche des dritten bis fünften Cervicaldermatoms, und schließlich noch durch frühzeitig auftretenden und während der Krise fortdauernden, heftigen Singultus. Letzteren allein möchte ich aber nicht für ein sicheres Kennzeichen der Phrenicuskrise halten, da er auch bei den sympathischen Thoracalkrisen vorkommt. Bei diesen Phrenicuskrisen kommt die Resektion der dritten, vierten und fünften Cervicalwurzel in Betracht; gegen die Durchtrennung der hinteren Wurzeln wären keinerlei Einwendungen zu erheben, dagegen stellt die doppelseitige Durchtrennung auch der vorderen dritten bis fünften Cervicalis einen Eingriff dar, der eine völlige Lähmung des Zwerchfells bedeuten würde und dadurch auf die allerernstesten Bedenken stoßen muß. Ausgeführt sind Wurzeldurchschneidungen des Phrenicusgebietes bei gastrischen Krisen bisher noch nicht.

Ich habe oben bereits erwähnt, daß an Stelle ausgedehnter Resektionen der Thoracalwurzeln zweckmäßiger die doppelseitige Vorderseitenstrangdurchschneidung ausgeführt wird. Durch diese werden die Schmerzbahnen aller infraläsionellen Segmentalzonen, sowohl die der Haut, wie die der Tiefensubstrate, wie die der Viscera, unterbrochen. Die Vorder-

seitenstrangdurchschneidung muß mindestens am unteren Ende des dritten Thoracalsegmentes erfolgen: dadurch werden die Schmerzfasern des fünften Thoracaldermatoms, welche im Bereiche des vierten Segmentes kreuzen und in den Vorderseitenstrang übertreten, mit erfaßt. Das fünfte Thoracalsegment ist sicher das oberste Segment, welches sympathische afferente Bahnen der Abdominalsegmente aufnimmt. Ich habe diese doppelseitige Vorderseitenstrangdurchschneidung 3mal bei gastrischen Krisen ausgeführt. In dem ersten Fall hatte ich vorher die doppelseitige Splanchnicotomie ohne Erfolg vorgenommen; die Krisen sind durch Vorderseitenstrangdurchschneidung nicht beseitigt. Im zweiten Falle war vorher die Durchschneidung der hinteren 6. bis 11. Thoracalwurzel ohne Erfolg ausgeführt worden, die darauf vorgenommene doppelseitige subdiaphragmatische Vagotomie, verbunden mit Gastroenterostomose, hatte dasselbe negative Ergebnis. Ich habe dann die Vorderseitenstränge durchschnitten, und zwar in 2 Operationen in 2 verschiedenen Höhen des Markes, die höhere lag zwischen D_2—D_3. Aber diese Vorderseitenstrangdurchschneidung hat dem Kranken auch keinen vollen Erfolg gebracht, wenn auch sicher eine wesentliche Besserung eingetreten ist. In diesem Fall, den ich bereits in Kapitel IX eingehend gewürdigt habe, ist trotz der ausgiebigen Vorderseitenstrangdurchschneidung das Schmerzgefühl in den infraläsionellen Segmentalzonen nur ganz vorübergehend aufgehoben gewesen: nach kurzer Zeit funktionierte die Schmerzleitung wieder. Ich habe dies so erklärt, daß in diesem Falle ausnahmsweise die funiculäre Schmerzleitung der Vorderseitenstränge durch die griseale Leitung der Hinterhornsäule weitgehendst ersetzt wird. Das ist aber nach allen Erfahrungen, die ich sonst bisher über Vorderseitenstrangdurchschneidungen gesammelt habe, nur als eine bisher wohl einzig dastehende Ausnahme zu betrachten und kann nicht gegen die Vorderseitenstrangdurchschneidung bei gastrischen Thoracalkrisen ins Feld geführt werden. Im dritten Falle war der Erfolg ausgezeichnet. Über gute Erfolge mit Vorderseitenstrangdurchschneidung bei gastrischen Krisen hat Souttar 1916 und kürzlich Sicard berichtet. Für Vagus- und Phrenicuskrisen kommt die Vorderseitenstrangdurchschneidung naturgemäß nicht in Betracht, aber für Thoracalkrisen.

Noch ein kurzes Wort über die anderen Krisen bei der Tabes dorsalis, die allerdings meines Wissens bisher noch nicht Gegenstand der operativen Therapie gewesen sind. Sie stehen ja auch an Häufigkeit und praktischer Bedeutung erheblich hinter den gastrischen Krisen zurück. Recht quälend für den Kranken sind unter Umständen die Rectalkrisen und die Blasenkrisen. Schwere Larynxkrisen bedeuten für den Kranken nicht nur eine große Pein, sondern unter Umständen

direkte Lebensgefahr. Ich habe einen Tabiker in einer Larynxkrise durch den Glottiskrampf zugrunde gehen sehen, einen anderen gelang es gerade noch durch eine Tracheotomie dem Tode wieder abzuringen.

Nach den früheren Ausführungen über die Genese der tabischen Krisen käme für die Rectal- und Vesicalkrisen ebenso wie für die Vulvovaginal- und Uteruskrisen, entsprechend der doppelten Versorgung dieser Organe durch thoraco-lumbale sympathische Fasern und die sacralen Pelvici, die Resektion der unteren Thoracalwurzeln (D_{10}—D_{12}), der oberen Lumbalwurzeln (L_1—L_3) und der Sacralwurzeln S_2—S_4 (S_5) in Betracht. Für die Urethralkrisen beim Manne und die Clitoriskrisen bei der Frau würde wohl die Resektion dei Sacralwurzeln genügen. Für die Nieren- und Ureterkrisen käme die Resektion von D_{10}—L_3, ebenso für Dünndarm- und Dickdarmkrisen die Durchschneidung von D_9—L_3 in Betracht, für Mammakrisen D_4—D_6. Ich empfehle aber, wenn irgend eine derartige Krisenform eine Abhülfe auf operativem Wege unvermeidlich erscheinen läßt, an die Stelle der ersichtlicherweise teils sehr ausgedehnten, teils, wenn vordere Wurzeln mit durchtrennt werden, sehr folgenschweren Wurzeldurchschneidungen die weitaus einfachere und erfolgversprechendere Vorderseitenstrangdurchschneidung zu setzen.

Bei schweren Larynxkrisen erscheint mir der einzige mögliche Weg in der doppelseitigen Durchtrennung der afferenten Vaguswurzeln zu liegen. Die Bedenken, die sich gegen sie erheben, sind bereits mehrfach gewürdigt worden. Ausgeführt habe ich sie bisher noch nicht.

IV. Die Erkrankungen des Rückenmarkes.

Schmerzen können bei den Erkrankungen des Rückenmarkes im engeren Sinne, wenn wir von den durch eine konkomitierende Arachnitis oder eine andersartige Beteiligung der Wurzeln bedingten Schmerzen absehen, auf doppelte Weise zustande kommen. Erstens durch eine Irritation der Hinterhörner oder der Vorderseitenstrangbahnen und zweitens durch eine Destruktion der Hinterstränge oder der im Hinterseitenstrang absteigenden Schmerzhemmungsfasern (vergl. Kap. X). Letztere führt allerdings nicht immer zu Spontanschmerzen, als vielmehr zu einer starken Hyperalgesie: im allgemeinen kommt sie als Schmerzquelle nur bei akuten Läsionen des Markes in Betracht.

Ich habe bereits im Kapitel VIII darauf hingewiesen, daß bei der traumatischen Hämatomyelie Hinterhornschmerzen und Hinterhornparästhesien keine Seltenheit sind. Sie sind der operativen Behandlung zugänglich durch Inzision des Markes im Bereiche des Ursprungsortes der Hämorrhagie und Ablassen des Blutergusses (Allen, eigene Beobachtungen), wenn auch nicht übersehen werden darf, daß es nicht die

Schmerzen sind, welche die Indikation zur operativen Intervention abgeben, als vielmehr der Gesichtspunkt, einer fortschreitenden und nachhaltigen Markschädigung mit allen ihren Folgen vorzubeugen. Auch bei den allerdings seltenen Hämatomyelien anderer Genese kann unter Umständen durch die Inzision des Hämorrhagieherdes Nutzen gestiftet werden. Vorderseitenstrangschmerzen sind bei den traumatischen Läsionen des Rückenmarkes im Momente der Einwirkung des Traumas keine Seltenheit. Ich verweise in dieser Hinsicht auf meine Ausführungen in Kapitel VI. Viel seltener sind anhaltende Schmerzzustände infolge dauernder Irritation des Vorderseitenstranges. Auch derartiger Vorkommnisse ist im Kapitel VI gedacht. Gegenstand der operativen Therapie werden diese Schmerzzustände meist nur dann sein, wenn andere Gesichtspunkte eine Intervention angezeigt erscheinen lassen. Die Schmerzzustände und Hyperalgesie infolge von Destruktion der langen aufsteigenden Hinterstrangbahnen oder der im Hinterseitenstrang absteigenden Schmerzhemmungsfasern treffen wir besonders bei Stichverletzungen an, ich habe sie aber auch bei zirkumskripten Markläsionen nach Einwirkung stumpfer Gewalten sowie bei Schußverletzungen beobachtet. An sich sind sie niemals Gegenstand operativer Therapie. Sie pflegten früher oder später wieder zurückzutreten oder ganz zu schwinden.

Im Kapitel IX ist ferner eingehend erörtert worden, daß die Syringomyelie gelegentlich zu Hinterhornschmerzen und auch zu Vorderseitenstrangschmerzen Anlaß geben kann. Schmerzen sind ja bei der Syringomyelie kein seltenes Vorkommnis: häufig sind dieselben allerdings radiculären Ursprunges, bedingt durch die konkomitierende Arachnitis. Den Hinterhornschmerzen an die Seite zu stellen sind die heftigen symptomatischen Occipitalneuralgien, Vagus-, Glossopharyngeus- und Trigeminusneuralgien, welche ich bei der Syringobulbie gelegentlich beobachtet habe. In einem Falle meiner Beobachtung begann das Leiden mit einer typischen, allen Behandlungsarten trotzenden Trigeminusneuralgie; auch die Alkoholinjektion in das Ganglion Gasseri war erfolglos. Daraufhin habe ich die ganze Trigeminuswurzel zwischen Ganglion und Pons durchtrennt; die Schmerzen wurden in keiner Weise beeinflußt, ein Beweis, daß ihr Ursprung noch weiter zentral zu suchen war. Allmählich entpuppte sich der Fall als Syringobulbie. Der Fall war dadurch ausgezeichnet, daß er oral begann und sich caudalwärts ausbreitete. Zu den Schmerzen im Gesicht traten später heftige Pharyngealneuralgie, Otalgie, Occipitalneuralgie und zuletzt Cervicalneuralgie. Charakteristisch war die Beziehung der Schmerzen zu den später folgenden Sensibilitätsdefekten, speziell zur Analgesie. Die

Schmerzen bestanden im wesentlichen nur in Gebieten, deren Schmerzgefühl nicht verändert war, um mit dem Auftreten der Analgesie in diesem Gebiete zu weichen.

Operative Interventionen kommen im allgemeinen bei der Syringomyelie nicht in Betracht. Gelegentlich bereitet aber die Differentialdiagnose zwischen Syringomyelie und intramedullärem Tumor beträchtliche Schwierigkeiten; es ist mir zweimal passiert, daß ich unter der Diagnose eines intramedullären Tumors operierte und bei der Biopsie eine Syringomyelie aufdeckte.

Ähnlich wie die Syringomyelie kann auch die Hydromyelie, abgesehen von radiculären Schmerzen, auch zu Hinterhorn- und Vorderseitenstrangschmerzen führen. Ich habe einen solchen Fall unter der Diagnose eines extramedullären Tumors operiert. Es bestanden heftige Schmerzen im Bereiche des fünften Thoracaldermatoms, vollkommene Lähmung der Beine, des Abdomens, Retentio urinae und Hypästhesie für alle Qualitäten von D_6—S_3. Gelegentlich heftige Schmerzen in beiden Beinen bald mehr vom Charakter der Crural-, bald mehr der Ischialgie. Bei der Operation fand sich eine hydromyelische Cyste, welche das sechste Thoracalsegment erfüllte. Sie wurde eröffnet und erwies sich als Hydromyelos. Die Schmerzen in den Beinen, welche durch eine Irritation der Vorderseitenstränge zu erklären waren, waren mit einem Schlage beseitigt, ebenso die Schmerzen im Bereiche des fünften Thoracaldermatoms, die wohl als Hinterhornschmerzen (vielleicht auch als Wurzelschmerzen) zu deuten waren. Die Lähmung und Anästhesie besserten sich beträchtlich, um aber später wieder erneut aufzutreten.

Der gelegentlich vorkommenden Hinterhornschmerzen bei der akuten Poliomyelitis und der Encephalomyelitis epidemica ist schon im vorigen Kapitel Erwähnung geschehen.

Bei der multiplen Sklerose sind Schmerzzustände entweder auf eine konkomitierende Arachnitis und eine durch sie bedingte Wurzelirritation oder auf eine Irritation des Vorderseitenstranges zu beziehen, erstere sind bereits im vorigen Kapitel bei Besprechung der Meningitis serosa kurz gestreift worden, letztere sind im Kapitel VII bei Besprechung der Vorderseitenstrangschmerzen erwähnt worden. Fälle mit sicheren Hinterhornschmerzen sind mir nicht bekannt geworden. Die Wurzelschmerzen bei der multiplen Sklerose können, besonders wenn der sklerotische Prozeß in derselben Höhe des Marks ein Transversalsyndrom erzeugt, das Bild des Rückenmarkstumors vortäuschen, besonders wenn im Liquor eine Eiweißvermehrung besteht, was im Verlauf der multiplen Sklerose gelegentlich vorkommt. Ich habe einige Male derartige Fälle unter dem Verdacht des Rückenmarkstumors operiert; bei der Biopsie

entpuppten die Fälle sich als multiple Sklerose, und der weitere Verlauf bestätigte dies. Die lokalen Wurzelschmerzen waren in meinen Fällen regelmäßig durch die konkomitierende Arachnitis bedingt und wichen prompt nach der Durchtrennung der Wurzeln. In einem Fall von multipler Sklerose meiner Beobachtung mit akuter Entwicklung waren die heftigen spontanen Schmerzzustände und die starke Hyperalgesie auf eine akute Destruktion der langen aufsteigenden Hinterstrangbahnen zurückzuführen.

Ähnliches wie für die multiple Sklerose gilt für manche Fälle von Lues spinalis (Meningomyelitis syphilitica). Der Schmerzen bei der Meningitis syphilitica und bei der syphilitischen Radiculitis ist bereits im vorigen Kapitel ausführlich gedacht worden. Die syphilitische Meningomyelitis oder auch das Rückenmarksgumma können aber auch ohne spezifische Wurzelentzündung lediglich durch eine konkomitierende Arachnitis zu heftigen Wurzelschmerzen Anlaß geben und bei bestehenden kompletten oder inkompletten Transversalsyndromen gelegentlich das Bild des Rückenmarkstumors vortäuschen. Ich denke dabei nicht an die Fälle, welche sich durch die Liquoruntersuchung als luetischer Prozeß ausweisen, sondern an Fälle, in denen der Befund der Spinalflüssigkeit nichts für Syphilis Charakteristisches aufweist, wohl aber eine erhebliche Eiweißvermehrung oder, wie ich es erlebt habe, eine Xanthochromie zeigt. Ich habe 2mal derartige Fälle unter der Wahrscheinlichkeitsdiagnose eines Rückenmarkstumors operiert; in dem einen Fall war in der Anamnese Lues vorhanden, im andern nicht. Spezifische Kuren hatten im ersten Fall nicht den geringsten Erfolg. Bei der Biopsie stellte ich in beiden Fällen eine starke Arachnitis mit Strangulierung der Wurzeln fest, das Mark fühlte sich in beiden Fällen deutlich erweicht an. Beide Fälle erwiesen sich später bei der Autopsie als Myelitis syphilitica. Schließlich ist noch zu erwähnen, daß auch Vorderseitenstrangschmerzen beim Rückenmarksgumma und bei der Myelitis syphilitica vorkommen. Ferner werden bei beiden Prozessen Schmerzzustände und Hyperalgesie infolge von isolierter Hinterstrangerkrankung oder Hinterseitenstrangerkrankung beobachtet (vgl. Kapitel V, S. 77 u. S. 79).

Die praktisch wichtigste Gruppe intramedullärer Erkrankungen bildet der intramedulläre Tumor. Während früher das Vorhandensein eines lokalen Schmerzes als Charakteristicum des extramedullären, Fehlen desselben als Kennzeichen eines intramedullären Tumors angesehen wurde, haben die Erfahrungen der letzten Dezennien gelehrt, daß einerseits beim extramedullären Tumor lokale Wurzelschmerzen recht oft fehlen können, während anderseits beim intramedullären Tumor Schmerzen außerordentlich häufig sind. Nach meinen Erfahrungen bilden sie geradezu

die Regel. In 7 von mir bisher operierten Fällen fehlten sie niemals. Die Schmerzen beruhen entweder auf einer konkomitierenden Arachnitis und stellen Wurzelschmerzen dar, oder sie beruhen auf einer Irritation des Hinterhorns oder des Vorderseitenstranges. Schmerzzustände und Hyperalgesie infolge von Destruktion der Hinterstränge oder Hinterseitenstränge sind bei der Chronizität des Prozesses nach meiner Erfahrung selten. Auf einige Besonderheiten bezüglich der Lokalisation der Schmerzzustände möchte ich ausdrücklich hinweisen. So bestanden in 4 Fällen meines Materials (im ganzen 7 Fälle) ausgesprochene Schmerzen im Hinterkopf, Genick und am Halse und den Schultern, also im Bereich der oberen Cervicalsegmente. Die Schmerzen fanden bei 3 Fällen ihre Erklärung ohne weiteres in der Lokalisation des Prozesses, indem der Tumor in einem Fall im zweiten und dritten Cervicalsegment lokalisiert war, im zweiten Fall von L_5 bis C_1 aufwärts reichte (stiftförmiges Gliom), im dritten Fall von D_9 bis zur Oblongata emporzog. Diese oberen Cervicalschmerzen erwiesen sich in allen 3 Fällen als Hinterhornschmerzen, von einer konkomitierenden Arachnitis war keine Rede. Als Hinterhornschmerzen waren im dritten Fall auch heftige Schmerzzustände im Bereich der Thoracaldermatome aufzufassen, vor allem aber die Schmerzen im Bereich der unteren Thoracal- und oberen Lumbaldermatome in dem zweiten Fall von stiftförmigem Gliom. Auf diesen Fall habe ich bereits im Kapitel V ausführlich Bezug genommen.

In dem vierten der Fälle mit Genick- und Hinterkopfschmerzen beruhten diese offenbar auf einer konkomitierenden Arachnitis, der Tumor betraf die Segmente C_7—D_2 und zog sich als ein feiner zentraler Faden durch C_6 hindurch bis ins fünfte Cervicalsegment aufwärts.

Im fünften Fall handelte es sich um ein Fibrom im Bereich des achten Thoracalsegments: starke Gürtelschmerzen in der Regio epigastrica hatten das klinische Bild eröffnet und während der ganzen Zeit der Entwicklung der Krankheit fortbestanden. Sie waren offenbar durch die starke konkomitierende Arachnitis bedingt.

Im sechsten Fall, in dem es sich um ein kleines Gliom in der Höhe des sechsten Thoracalsegments handelte, war nicht zu entscheiden, ob die Gürtelschmerzen radiculären oder grisealen Ursprungs waren.

Im siebenten Fall, einem Fibrom, das die Segmente D_9—D_{11} umfaßte und besonders die rechte Markhälfte einnahm, ist besonders bemerkenswert, daß das Leiden mit rechtsseitigen Wurzelschmerzen in der Höhe des Nabels und etwas unterhalb begonnen hatte, dann hatte sich sukzessive eine langsam zunehmende spastische Parese des rechten Beins entwickelt, verbunden mit sehr heftigen Schmerzen im linken Bein, die bald mehr die Lumbalnerven, bald mehr das Ischiadicusgebiet be-

trafen und zum Teil als heftiger Coccygealschmerz in Erscheinung traten. Diese Schmerzen können meines Erachtens nur als Vorderseitenstrangschmerzen aufgefaßt werden.

Zur Therapie des intramedullären Tumors ist zu sagen, daß im allgemeinen die Erfolge wesentlich schlechter sind als beim extramedullären Tumor. Der Tumor konnte in den von mir operierten 7 Fällen 6 mal radikal entfernt werden, zwei Kranke starben einige Tage nach der Operation, und zwar der Fall von Tumor in C_2 C_3, der bereits vorher ein fast hoffnungsloses Bild, insbesondere schwere Atemlähmung, geboten hatte, und der Fall, in dem der Tumor bis zur Oblongata emporreichte: der letztere Kranke hatte die Operation als solche auffallend gut überstanden, erlag aber einer einige Tage später einsetzenden Bronchopneumonie. Ein dritter Fall (D_8) starb einige Monate nach der Operation, als bereits eine deutliche Restitution zu verzeichnen war, an Encephalitis epidemica. Der Fall mit dem kleinen Gliom in der Höhe von D_6 erlag mehrere Wochen nach der Operation der bereits vorher vorhandenen schweren Cystopyelitis und einem bis auf den Knochen gehenden Decubitus am Sacrum. Der Fall D_9—D_{11} zeigt langsam fortschreitende Besserung, der Fall C_5—D_2 kann praktisch als geheilt bezeichnet werden. Im Fall C_1—L_4 (stiftförmiges Gliom) wurde die radikale Entfernung wegen der riesigen Höhenausdehnung nicht versucht.

Wenn auch in den Händen eines Einzelnen die Erfolge beim intramedullären Tumor prozentuell immer recht beträchtlich hinter denen des extramedullären Tumors zurückbleiben werden, so ist doch anderseits die Kasuistik erfolgreich operierter Fälle heute in der gesamten Literatur keine kleine mehr. Besondere Verdienste hat sich Ch. Elsberg um die operative Behandlung des intramedullären Tumors erworben.

V. Die Erkrankungen des Hirnstammes.

(Oblongata, Pons, Pedunculus, Thalamus.)

Oft sind die bei den Erkrankungen des Hirnstammes auftretenden Schmerzzustände radiculären Ursprungs. Der verschiedenen Affektionen der Trigeminuswurzel, des Intermedius, Glossopharyngeus und Vagus ist ja bereits ausführlich gedacht worden. Ich erinnere nur noch einmal an die traumatischen Läsionen dieser Wurzeln, an die Beteiligung derselben bei den verschiedensten Formen basaler Meningitis (epidemische, tuberkulöse, typhöse, eitrige, syphilitische, Cysticerken-Meningitis u. a.), vor allem auch bei der Meningitis serosa bzw. Arachnitis sero-fibrosa adhaesiva cystica mag diese als eine konsekutive, konkomitierende oder idiopathische aufzufassen sein. Ferner erinnere ich an die verschiedenen

toxisch-infektiösen und die syphilitischen Wurzelneuritiden des V., Intermedius, IX. und X. Gehirnnerven, an die allerdings selten arteriosklerotischen Erkrankungen derselben, an basale Aneurysmen, welche auf die genannten Nerven drücken, und vor allem an die Tumoren, die teils von ihnen ausgehen, teils in ihrer Nachbarschaft gelegen, teils fernab lokalisiert, doch durch den allgemeinen Hirndruck auf sie einwirken. Eine Irritation der genannten Hirnnerven kommt auch bei anderen mit erhöhtem Hirndruck einhergehenden Hirnkrankheiten vor (Hydrocephalus, Hirnabsceß, Sinusthrombose u. a.).

Sodann kommen Schmerzzustände, die als Analogon des Hinterhornschmerzes aufzufassen sind, bei Erkrankungen der Oblongata, welche die Substantia gelatinosa der absteigenden Trigeminuswurzel oder den Nucleus solitarius betreffen, vor. Der Syringobulbie habe ich in dieser Hinsicht bereits im vorigen Kapitel gedacht. Ähnliches kommt bei Tuberkeln oder intramedullaren Oblongatatumoren, bei der bulbär lokalisierten multiplen Sklerose und vor allem bei vasculären Prozessen im Gebiete der Art. cerebelli inf. post., zu deren Versorgungsgebiete die absteigende Quintus- und Glossopharyngeuswurzel mit den ihnen anliegenden grauen Kernsäulen gehört, zur Beobachtung. Schmerzen und Hyperalgesie des Gesichtes, der Schleimhaut, der Nase, des Mundes, des Gaumens, des Rachens, des Larynx gehen hierbei häufig der folgenden Analgesie oder Hyperalgesie voraus und können bei den vasculären Prozessen manchmal geradezu eine prämonitorische Bedeutung haben.

Die dritte und wohl häufigste Ursache der Schmerzzustände bei den Erkrankungen des Hirnstammes ist in einer Affektion der aufsteigenden afferenten Haubenbahnen der Formatio reticularis, der Schleife und wohl auch zum Teil der in der Haube absteigenden Schmerzhemmungsfasern zu suchen. Diese von uns unter der Bezeichnung Haubenschmerz zusammengefaßten Schmerzzustände gehen entweder mit regelrechter Hyperalgesie, d. h. einer Erniedrigung der Reizschwelle für den Schmerz, oder mit mehr oder weniger starker Hyperpathie, d. h. also einem trotz vorhandener Erhöhung der Reizschwelle bei gerade überschwelligen Reizen abnorm stark in Erscheinung tretenden Schmerzgefühl, einher.

Die Ursache dieser Haubenschmerzen, sowie der Hyperalgesie und Hyperpathie ist entweder in einer pathologischen Irritation der Bahnen des Schmerzsystems selbst, d. h. der Formatio reticularis einschließlich der spinothalamischen Bahn zu suchen, oder sie sind die Folge einer Destruktion der medialen Schleife oder einer Destruktion der in der Haube absteigenden corticofugalen Schmerzhemmungsbahn. Oft kon-

kurrieren wohl mehr oder weniger alle drei Faktoren miteinander. Jedenfalls ist es oft sehr schwer im einzelnen Falle zu unterscheiden, welcher der drei Faktoren die wesentlichste Rolle spielt.

Besonders stark und quälend für den Kranken sind die Thalamusschmerzen und die bei Thalamusherden beobachtete Hyperalgesie und Hyperpathie. Auch hierbei sind die nämlichen drei Faktoren im Spiele: 1. eine pathologische Irritation der in den Thalamus eintretenden Schmerzbahnen oder der im Dienste des Schmerzsystems stehenden grauen Massen des Thalamus oder der vom Thalamus entspringenden zum Cortex cerebri ziehenden Schmerzbahnen, 2. Destruktion der Thalamusschleifenbahnen und 3. Destruktion der vom Cortex cerebri entspringenden zum Thalamus, zum Grau der Formatio reticularis und zum Hinterhorn des Rückenmarkes herabziehenden Hemmungsbahnen des Schmerzsystems. Hauben- und Thalamusschmerzen sowie die mit ihnen verbundene Hyperalgesie oder Hyperpathie kommen bei den verschiedensten Krankheitsprozessen des Hirnstammes zur Beobachtung, bei traumatischen Läsionen, bei Tumoren, bei entzündlichen Prozessen und vor allem bei vaskulären Prozessen.

Einer operativen Behandlung sind nur diejenigen Schmerzzustände zugänglich, welche auf einer Affektion der Wurzeln des Trigeminus, Intermedius, Glossopharyngeus und Vagus beruhen. Insbesondere kann bei Tumoren der Schädelbasis (Kleinhirnbrückenwinkeltumoren), welche die genannten Nerven in Mitleidenschaft ziehen, durch radikale Entfernung oder durch eine Druckentlastung der Indicatio causalis vollkommen oder wenigstens teilweise genügt werden. Das gleiche gilt für Hirntumoren beliebigen Sitzes, die durch Fernwirkung und allgemeinen Hirndruck die genannten Hirnnerven in Mitleidenschaft ziehen, ebenso für den Hirnabsceß und den Hydrocephalus. Auf Einzelheiten, insbesondere auf die verschiedenen operativen Verfahren bei den verschiedenen Formen des Hydrocephalus (H. occlusus, Hydroceph. aresorptorius, Hydroceph. hypersecretorius) kann hier natürlich nicht eingegangen werden. Ein dankbares Feld der operativen Behandlung stellen ferner die Meningitis serosa und Arachnitis sero-fibrosa cystica dar, bei der teils allgemeine druckentlastende Operationen, teils die Eröffnung von Cysten, Abtragung von Membranen, Beseitigung von arachnoidealen Strängen u. a. oft Ausgezeichnetes leisten.

Infektiöse eitrige Meningitiden, besonders die otogener Genese, sind ja in neuerer Zeit ebenfalls immer wieder gelegentlich mit Erfolg operiert worden. Doch stellen derartige Fälle vorläufig immer noch eine Ausnahme dar. Die Schmerzen durch Irritation der Subst. gelatinosa trigemini oder des Nucleus solitarius trotzen ebenso wie die eigentlichen

Hauben- und Thalamusschmerzen eigentlich jeder Therapie: vielfach versagt sogar das Morphium diesen Schmerzzuständen gegenüber ganz. Operativ können sie nicht beeinflußt werden.

VI. Die Erkrankungen des Großhirns.

Für die Erkrankungen der Hirnhemisphären gilt zunächst dasselbe wie für die Erkrankungen des Hirnstammes. Vielfach werden die basalen Hirnnerven V, VII, IX und X bei ihnen in Mitleidenschaft gezogen, sei es durch erhöhten Hirndruck, sei es durch konkomitierende Arachnitis. Bezüglich der Genese dieser Wurzelschmerzen und der operativen Behandlungsmöglichkeiten kann ohne weiteres auf das vorangehende Kapitel verwiesen werden.

Eine besondere Stellung nehmen innerhalb des Großhirns die corticalen Endstätten der sensiblen Bahnen des Körpers ein, der Gyrus centralis posterior und der obere Scheitellappen. Pathologische Irritation dieser Rindenfelder kann zu Schmerzen führen, wenn auch die sensiblen Reizerscheinungen zumeist einfache unterschmerzliche Parästhesien darstellen. Selten pflegen die sensiblen Reizphänomene permanent vorhanden zu sein, vielmehr treten sie meist in Paroxysmen, als sogenannter sensibler epileptischer Anfall auf. Doch habe ich gelegentlich auch dauernd vorhandene Parästhesien und Schmerzen beobachtet. Hervorgerufen können solche sensiblen Rindenreizerscheinungen durch die verschiedensten Krankheitsprozesse werden: in Betracht kommen traumatische Läsionen (Knochensplitter, Projektile, Blutungen, Arachnitis serosa cystica), Tumoren, Abscesse, Cysticerken und Echinokokken, Tuberkel, chronische zirkumskripte tuberkulöse Meningitis, akute tuberkulöse Meningitis, alle anderen Lepto-Meningitiden, die Pachymeningitis interna traumatischer, alkoholischer oder syphilitischer Genese, ferner alle syphilitischen Prozesse (Gumma, Meningo-encephalitis syphilitica, Endarteriitis syphilitica, konkomitierende Arachnitis serosa cystica). Vasculäre Prozesse (Arteriosklerose, Aneurysmen, Aneurysma racemosum, Aneurysma racem. venosum, Phlebektasien Sinusthrombose), entzündliche Prozesse (Encephalitis epidemica, andere Encephalitiden), multiple Sklerose, praesenile Gliose und senile Rindenverödung, und der der genuinen Epilepsie zugrunde liegende Rindenprozeß. Alle diese Prozesse können, wenn sie innerhalb des Gyrus centralis posterior oder Gyrus parietalis superior bzw. deren Nachbarschaft lokalisiert sind, als irritative Noxe auf die corticalen Endstätten der Sensibilität einwirken und Rindenparästhesien bzw. Rindenschmerzen auslösen. Weisenburg hat auch auf Schmerzen, verbunden mit

Hyperalgesie bzw. Hyperpathie bei Herden im Marklager der Hemisphäre aufmerksam gemacht und sie durch Irritation der corticopetalen afferenten Bahnen erklärt. Sie stellen aber nach meiner Erfahrung ein höchst seltenes Vorkommnis dar.

Die gute operative Zugänglichkeit der sensiblen Rindenfelder erklärt es, warum die operative Therapie bei zahlreichen in ihnen oder ihrer Nachbarschaft lokalisierten Krankheitsprozessen ausgezeichnete Erfolge zu verzeichnen hat: das gilt vor allem für traumatische Prozesse, für Tumoren, für Cysticerken, für die chronische zirkumskripte tuberkulöse Meningitis und den Tuberkel, für die Arachnitis serocystica, für Leptomeningitiden, für das Aneurysma racemosum venosum und Phlebektasien. Ich selbst verfüge über mehr oder weniger zahlreiche Beispiele erfolgreicher Intervention für fast alle der vorgenannten Prozesse. Daß andererseits zahlreiche andere der oben aufgezählten Gehirnkrankheiten der poerativen Therapie nicht zugänglich sind, bedarf wohl keiner besonderen Erwähnung.

VII. Der Kopfschmerz.

Der Kopfschmerz ist zweifellos eines der häufigsten Krankheitssymptome, das bei den allerverschiedensten Krankheiten und Zustandsänderungen unseres Organismus auftritt. Offenbar sind die Schmerzrezeptoren, auf deren Erregung das Zustandekommen des Kopfschmerzes beruht, außerordentlich empfindlich. Diese Rezeptoren liegen in den Häuten des Gehirns, in der Dura und Pia, und in den Hirngefäßen. Sie reagieren nicht nur auf die meisten Krankheitsprozesse, die sich am Gehirn oder im Innern des Schädels abspielen, sondern auch sehr leicht auf alle möglichen Noxen, die im Blute kreisen, sowie vor allem auch auf Änderungen der Blutzirkulation im Innern des Schädels, auf Gefäßverengerung, Gefäßerweiterung und venöse Stase, ebenso aber auch auf Änderungen der Blutbeschaffenheit (Anämie, Chlorose oder Polycythämie). Die afferenten Nerven der Dura sind der Trigeminus, Vagus und Sympathicus, die der Pia mater außer den genannten noch der III., IV., VI., VII., IX. und XII. Gehirnnerv, die afferenten Bahnen der Hirngefäße sind wohl durchweg sympathische Fasern. Der Kopfschmerz, welcher durch die Erregung der Schmerzrezeptoren der Hirnhäute und Hirngefäße zustande kommt, wird zumeist ins Innere des Kopfes verlegt. Diesem *tiefen Kopfschmerz*, dem Kopfschmerz im engeren Sinne, können wir den sogenannten *oberflächlichen Kopfschmerz* gegenüberstellen, der in die Kopfdecken lokalisiert wird. Dieser letztere entsteht im allgemeinen dann, wenn die Kopfdecken selbst der Sitz einer Erkrankung sind, allgemein gesagt, dann, wenn

eine irritative Noxe auf die Schmerzrezeptoren oder die Nerven der Kopfhaut einwirkt. Dahin gehört z. B. der Kopfschmerz bei einem Erysipel oder Ekzem der Kopfhaut, der sogenannte rheumatische Kopfschmerz, der Kopfschmerz bei Erkrankung der afferenten Nerven der Kopfhaut (Trigeminus- oder Occipitalisneuritis). Die afferenten Nerven der Kopfhaut sind der Trigeminus, die Nn. Occipitales, der Intermedius, Vagus und Sympathicus.

Die Trennung in den eigentlichen tiefen Kopfschmerz einerseits und den oberflächlichen Kopfschmerz andererseits ist aber keine scharfe: häufig geht der eine in den anderen über und beide verbinden sich leicht mit einander. Alle afferenten Schmerzfasern des Kopfes, mögen sie ihre Rezeptoren in den eigentlichen Kopfdecken oder in den Organen des Kopfes, im Auge, im Ohr, in der Mundhöhle, in den Zähnen, im Rachen und in den Tonsillen, oder drittens im Schädelinnern, in der Dura mater, der Pia mater und in den Gehirngefäßen haben, strömen offenbar in der grauen Kernsäule der absteigenden Quintuswurzel, im Nucleus solitarius und vielleicht auch in der Kernsäule der mesencephalen Trigeminuswurzel zusammen, und offenbar bilden diese Kerngebiete untereinander und mit den Hinterhörnern der obersten Halssegmente (Nn. occipitales) ein gemeinsames funktionell mehr oder weniger einheitliches Kerngebiet, das bei starker und anhaltender Erregung von irgend einem Punkte der Peripherie her als Ganzes in Erregung gerät. Darum tritt bei oberflächlichen Prozessen der Kopfdecken etwa bei einem Furunkel am Kopfe oder einer Periostitis des Schädels nicht selten zu dem initialen lokalen Schmerz in der Folge ein über die betreffende Kopfhälfte, ja eventuell über die gesamte Kopfoberfläche verbreiteter Schmerz, der mit einer ausgesprochenen Hyperalgesie verbunden ist, hinzu, und im weiteren gesellt sich dazu noch ein regelrechter tiefer Kopfschmerz. Bei Reizung der Schmerzrezeptoren des Auges, bei Conjunctivitis, bei Keratitis, Iritis, Chorioiditis, oder beim Glaukom entsteht nicht nur lokaler Augenschmerz, sondern sehr leicht irradiiert der Schmerz bekanntlich in das gesamte Gebiet des ersten Trigeminusastes, und in der weiteren Folge tritt häufig auch allgemeiner echter tiefer Kopfschmerz hinzu. Analoge Betrachtungen gelten für die Erkrankungen des Ohres, die zunächst lokalen Ohrschmerz verursachen, der aber häufig in die Kopfdecken irradiiert und ebenso oft mit echtem tiefem Kopfschmerz verbunden ist. Dasselbe beobachten wir bei den Affektionen der Nase und ihrer Nebenhöhlen, der Stirnhöhle, der Kieferhöhle, der Siebbeinzellen, der Keilbeinhöhle, die neben lokalem Schmerz bekanntlich mit starker Schmerzirradiation und heftigstem tiefem allgemeinem Kopfschmerz einhergehen können; ja gar nicht selten steht der lokale Schmerz

im Hintergrunde oder er fehlt ganz (Siebbeinzellen, Keilbeinhöhle), und der irradiierte oberflächliche und tiefe Kopfschmerz beherrscht das Bild. Ganz ähnlichen Verhältnissen begegnen wir schließlich auch bei den Affektionen der Mundhöhle, bei Zahncaries, Periostitis alveolaris, Pulpitis, Angina, Tonsillarabsceß, akuten und chronischen Pharyngitiden usw., bei denen zum lokalen Schmerz oberflächlicher und tiefer Kopfschmerz hinzutreten, ja, unter Umständen sogar über den ersteren überwiegen kann.

Daß bei lange anhaltender Erregung sensibler Rezeptoren des Kopfes, speziell des Auges, der Nase, des Ohres, des Mundes und Rachens ein lokaler Organschmerz ganz fehlen und trotzdem heftiger Kopfschmerz bestehen kann, dafür besitzen wir besonders markante Beispiele in dem Kopfschmerz bei Akkommodations- und Refraktionsanomalien des Auges, bei Insuffizienz der Augenmuskeln, bei einfachen Schwellungszuständen der Nasenschleimhaut, bei Septumdeviationen, bei Nasensteinen oder Nasenpolypen, bei chronischer Otosklerose, bei chronischer Pharyngitis oder Tonsillitis u. a. Die Irritation, welcher die sensiblen Rezeptoren des Auges, des Ohres, der Nase und des Rachens unter den genannten Umständen zweifellos ausgesetzt sind, wird als solche gar nicht empfunden, jedenfalls löst sie keinen direkten lokalen Schmerz aus, aber sie versetzt die Kernsäule des Trigeminus, des Vagus und der obersten Halssegmente in Erregung, und diese wird von der Psyche als Kopfschmerz registriert.

Umgekehrt kommt es infolge der funktionellen Einheit, welche die Kernsäule des Trigeminus und Vagus und der obersten Halssegmente untereinander bilden, auch bei allen möglichen intrakraniellen Prozessen und Erkrankungen des Gehirns, welche in erster Linie eine Reizung der Schmerzrezeptoren der Hirnhäute oder der Hirngefäße bewirken, sehr oft nicht nur zu tiefem Kopfschmerz, sondern sehr leicht auch zu einer Schmerzirradiation in die Kopfhaut und zu Hyperalgesie derselben. Die funktionelle Einheit der Kernsäule des Trigeminus und Vagus und der obersten Halssegmente erklärt uns auch das Zustandekommen der irradiierten Kopfschmerzen bei Erkrankungen der inneren Organe der Brust- und Bauchhöhle. Der Vagus ist, wie früher ausführlich erörtert worden ist, einer der afferenten Nerven vieler innerer Organe und vielfach fehlt bei Erkrankungen der letzteren ein eigentlicher lokaler Organschmerz ganz, während der irradiierte Schmerz in bestimmten thoracalen und lumbalen Dermatomen, und, was uns in diesem Zusammenhange interessiert, im Gebiete des Trigeminus und Occipitalis im Vordergrunde steht. Dieser Irradiationskopfschmerz bei Erkrankung innerer Organe der Brust- und Bauchhöhle ist häufig ein exquisiter Oberflächenschmerz verbunden mit starker Hyperalgesie im Gebiete des Trigeminus oder der

Occipitalnerven. Sehr oft aber kommt es auch zum echten tiefen Kopfschmerz.

Ich habe weiter oben erwähnt, daß der tiefe Kopfschmerz auf einer Erregung der Schmerzrezeptoren der Hirnhäute und der Hirngefäße beruhe. Der Kopfschmerz, welcher durch die Erregung der Schmerzrezeptoren der Gehirngefäße bedingt wird, hat einen besonderen Charakter. Das markanteste Beispiel dieses Gehirngefäßschmerzes ist die Migräne. Der Migräneschmerz hat besonders zu Beginn, wenn er sich entwickelt, etwas absolut Eigenartiges an sich, das ihn vom gewöhnlichen Kopfschmerz deutlich unterscheidet und seine angiospastische Genese erkennen läßt. In der Folge allerdings, wenn die Migräne länger anhält, geht auch der Migräneschmerz in den gewöhnlichen tiefen und zuletzt auch in oberflächlichen Kopfschmerz über, was bei der engen Verknüpfung, welche alle afferenten Nerven des Schädelinneren und Schädeläußeren in den Kernsäulen des Trigeminus, im Nucleus solitarius und den Hinterhörnern der obersten Halssegmente erfahren, nicht Wunder nehmen kann. Ein angiospastischer Kopfschmerz ist oft auch der Kopfschmerz bei Endarteriitis obliterans, besonders der bei luetischer Endarteriitis häufig zu beobachtende halbseitige Kopfschmerz, welcher tage-, ja wochenlang der eigentlichen Gefäßverlegung vorangeht, ein Kopfschmerz, der von eminenter praktischer Bedeutung ist, weil bei richtiger Würdigung und einer sofort eingeleiteten energischen spezifischen Therapie, weiteres Unheil nicht selten abgebogen werden kann. Auch der arteriosklerotische Kopfschmerz beruht wohl vielfach, besonders zu Beginn des Leidens, auf angiospastischen Zuständen der Gehirnarterien. Ferner gehört meines Erachtens der präparoxysmale Kopfschmerz bei der Epilepsie hierher. Wir wissen, daß dem epileptischen Anfalle eine Kontraktion der Hirnarterien vorangeht. Es gibt Fälle, in denen diese Gefäßkontraktion schmerzhaft empfunden wird, und nicht selten bildet dieser angiospastische präparoxysmale Kopfschmerz geradezu eine dem Anfall vorangehende gesetzmäßige Aura. Auch mancher andere Kopfschmerz ist wohl mindestens zum Teil ein angiospastischer Kopfschmerz. Bei Individuen mit stark ausgesprochener vasomotorischer Erregbarkeit führen oft schon sehr geringfügige Ursachen, kalte Füße, Obstipation, Hämorrhoiden und andere vom Gehirn weitabgelegene Prozesse reflektorisch zu einem Angiospasmus der Hirngefäße und zu ausgesprochenem Gefäßkopfschmerz. Andererseits ist aber auch die Erweiterung der Hirngefäße eine häufige Quelle des Kopfschmerzes. Dahin gehört der Kopfschmerz bei Insolation oder anderen starken Wärmeeinwirkungen auf den Kopf, wahrscheinlich zum Teil auch der Fieberkopfschmerz, ferner wenigstens auch zum Teil der klimakterische

Kopfschmerz. Eine große Rolle spielt die arterielle Hyperämie auch beim meningitischen Kopfschmerz, der darum durch dekongestionierende Maßnahmen wirksam bekämpft werden kann. Es ist allerdings fraglich, ob der Kopfschmerz bei Gehirnhyperämie ein Gefäßschmerz ist, oder ob er nicht vielmehr darauf beruht, daß durch die Hyperämie die Schmerzrezeptoren der Hirnhäute eine verstärkte Reizung erfahren. Daß auch die venöse Stase Kopfschmerzen verursacht oder Kopfschmerzen anderer Genese verstärkt, ist genugsam bekannt.

Bei keiner Form des Schmerzes tritt die Bedeutung des Grades der Erregbarkeit des Schmerzsystems so deutlich in die Erscheinung wie beim Kopfschmerz. Bei starker Erregbarkeit des Schmerzsystems genügen schon die allergeringfügigsten Reize, um Kopfschmerzen hervorzurufen. Die auf die Schmerzrezeptoren des Gehirns einwirkenden irritativen Noxen sind in solchen Fällen oft gar nicht oder nur schwer und mühselig zu eruieren, und man ist nur zu leicht geneigt, sie gegenüber der gesteigerten Erregbarkeit des Schmerzsystems ganz zu übersehen und unbeachtet zu lassen. Vielfach trotzt dieser kryptogenetische Kopfschmerz jeder Behandlung, jedenfalls so lange, als es nicht gelingt, entweder die irritative Noxe doch aufzufinden oder die gesteigerte Erregbarkeit des Schmerzsystems zu vermindern. Das bekannteste Beispiel dieses bei niederer Reizschwelle des Schmerzsystems durch geringfügige irritative Noxen hervorgerufenen Kopfschmerzes ist der neurasthenische oder neuropathische Kopfschmerz. Das Wesentliche bei der Neurasthenie ist wohl die gesteigerte Erregbarkeit des Nervensystems und damit auch die des Schmerzsystems. Aber ich halte es nicht für berechtigt, damit allein den neurasthenischen Kopfschmerz erklären zu wollen. Spontan ist dieser Kopfschmerz niemals, sondern immer pseudospontan, d. h. irgendeine, wenn auch noch so geringfügige irritative Noxe wirkt auf die Schmerzrezeptoren des Gehirns ein, oder eine am Auge, in der Nase, im Rachen oder an irgendeinem Organ der Leibeshöhle angreifende Noxe führt zu einer Erregung des Trigeminus-, Vagus-, Occipitalis-Kerngebietes, die sich durchsetzt und zu Kopfschmerzen führt. In dem einen Falle bildet eine etwa durch kalte Füße, Hämorrhoiden oder durch andere abgelegene geringfügige Faktoren bedingte reflektorische Vasokonstriktion der Hirngefäße die irritative Noxe, in einem anderen Falle war der Kopf eine kurze Zeit einer Wärmeeinwirkung exponiert, wodurch eine leichte Hirnhyperämie erzeugt wurde; in einem dritten Falle besteht infolge von Obstipation eine leichte venöse Stase der Hirngefäße, in einem vierten Falle genügt die geringste im Blute kreisende Menge Alkohols, um die Schmerzrezeptoren des Gehirns zu erregen; in einem fünften Falle führt

ein leichter Schwellungszustand der Nasenschleimhaut zu irradiiertem Kopfschmerz. Bei anderen Individuen mit abnorm großer Erregbarkeit des Schmerzsystems bilden die bereits früher erwähnten Refraktions- und Akkommodationsanomalien des Auges oder eine leichte Konjunktivalreizung, eine relativ geringfügige Pharyngitis, eine an sich harmlose Magen- oder Darmverstimmung die Quelle des Kopfschmerzes.

Daß auch Gemütsbewegungen mit ihrer Auswirkung in der somatischen Sphäre, besonders am Gefäßsystem und der glatten Muskulatur der Eingeweide, wahrscheinlich auch an den Drüsen mit innerer Sekretion, Kopfschmerzen verursachen oder solche anderer Genese steigern können, ist genugsam bekannt. Der Kopfschmerz bei Gemütsdepressionen, besonders bei Cyklothymie, ist dafür ein markantes Beispiel, ebenso der hysterische Kopfschmerz. Die psychogene Überlagerung eines an sich durch somatische Veränderung hervorgerufenen oder vorbereiteten Kopfschmerzes spielt eine große Rolle nicht nur bei zahlreichen Erkrankungen des Gehirns selbst, besonders bei den traumatischen Läsionen des Kopfes, die zu einem Rentenanspruch oder Rentenkampf führen, sondern auch bei den verschiedensten Erkrankungen des Körpers, die auf dem einen oder anderen Wege zu Veränderungen führen, die auf die Schmerzrezeptoren des Gehirns oder auf das Trigeminus-Vagus-Occipitalis-Kerngebiet einwirken.

Nach diesen allgemeinen Vorbemerkungen über den Kopfschmerz wollen wir die Frage erörtern, inwieweit der Kopfschmerz durch eine operative Behandlung bekämpft werden kann. Wir haben gesehen, daß Kopfschmerz erstens autochthon entstehen kann, und zwar dadurch, daß irgendeine irritative Noxe direkt auf die Schmerzrezeptoren des Gehirns (Hirnhäute und Hirngefäße) einwirkt. Diese erste Gruppe zerfällt in zwei Untergruppen, erstens in die mit Kopfschmerzen verbundenen eigentlichen Affektionen des Gehirns und seiner Häute, und zweitens in den Kopfschmerz, der durch die Einwirkung im Blute kreisender irritativer Noxen auf die Schmerzrezeptoren des Gehirns, durch Änderungen der Blutbeschaffenheit und durch Änderungen der Blutzirkulation des Gehirns, die ihre Ursache nicht in einer Erkrankung des Gehirns selbst bzw. seiner Häute haben, entsteht. Zweitens entsteht Kopfschmerz dadurch, daß eine irritative Noxe an den Kopfdecken (Kopfhaut, Knochen), im Gesicht (Weichteile, Knochen), am Auge, am Ohr, in der Nase, in der Mundhöhle oder im Rachen angreift, und endlich drittens auch dadurch, daß irgendein inneres Organ der Brust- oder Bauchhöhle Sitz einer Irritation ist. Der in den Fällen der zweiten und dritten Gruppe auftretende Kopfschmerz ist im Gegensatz zu dem autochthonen Kopfschmerz der ersten Gruppe ein Irradiationskopfschmerz.

Es ist klar, daß sowohl der autochthone als der irradiierte Kopfschmerz nicht selten Gegenstand der operativen Therapie ist. Zahlreiche Erkrankungen des Auges, Ohres, der Nase, der Mundhöhle, des Rachens, der weichen Kopfhaut und des Schädelknochens erheischen ebenso wie die mit irradiiertem Kopfschmerz einhergehenden Erkrankungen der Leibes- und Brusthöhle eine chirurgische Behandlung, und mit der Beseitigung des Grundleidens weicht auch der irradiierte Kopfschmerz. Es liegt aber ganz außerhalb des Rahmens dieser Arbeit, auf die Behandlung dieser extracerebralen Krankheiten einzugehen. Vielmehr kann hier nur erörtert werden, inwieweit der autochthone Kopfschmerz einer chirurgischen Behandlung zugänglich ist. Aber auch bei diesen Erörterungen werden wir uns im wesentlichen auf die Erkrankungen des Gehirns und seiner Häute beschränken müssen und die Fälle außer Betracht lassen, in welchen der Kopfschmerz auf ein im Blut kreisendes Gift, wie Alkohol, Tabak, Blei, CO, Alkaloide usw., auf Produkte eines gestörten Stoffwechsels (Urämie, Eiweißzerfallstoxikose usw.), Einflüsse gestörter innerer Sekretion (klimakterischer Kopfschmerz), oder auf krankhafte Blutveränderungen, wie Anämie, Chlorose, Polycythämie, oder auf Zirkulationsstörungen des Gehirns und seiner Häute, die nicht in Erkrankungen des Cerebrums selbst begründet sind, zurückzuführen ist. Diesen am Gehirn angreifenden Noxen werden wir nur insoweit Berücksichtigung schenken, als sie unter Umständen bei chronischer Einwirkung eine Erkrankung des Gehirns oder seiner Häute im Gefolge haben können. Auch werden wir bei Besprechung der Kopfschmerzen durch Zirkulationsstörungen einzelne der extracerebralen Faktoren zu erwähnen Gelegenheit haben.

1. Kopfschmerz bei traumatischen Affektionen des Gehirns und seiner Häute.

Bei den traumatischen Affektionen des Gehirns und seiner Häute ist der Kopfschmerz ein integrierendes Symptom. Er folgt als primärer initialer Kopfschmerz fast jeder Commotio cerebri, er begleitet zumeist die Contusio cerebri, auch da, wo ein Commotio nicht gleichzeitig stattfindet, er tritt aber garnicht selten auch da auf, wo weder eine Commotio noch eine greifbare Contusio vorliegt. Dieser initiale Kopfschmerz ist der Ausdruck der direkten Reizung der Schmerzrezeptoren des Gehirns und seiner Häute durch das Trauma selbst.

Nicht jedes Gehirntrauma führt zu Kopfschmerz. So z. B. war ich überrascht, wie viele Fälle von Kopfschüssen im Kriege auf das Bestimmteste angegeben haben, daß sie nach der Wiederkehr des Bewußtseins nicht die geringsten Kopfschmerzen verspürt hätten, und wieviel Fälle,

in denen das Bewußtsein überhaupt nicht tangiert war, auch im Momente der Verletzung keinerlei Kopfschmerz gehabt haben.

Einer operativen Behandlung unterliegt der primäre traumatische Kopfschmerz an sich nicht. Die Indikation zur sofortigen oder frühzeitigen Intervention bei den traumatischen Läsionen des Gehirns werden durch andere Gesichtspunkte bestimmt, unter denen die Verhütung der Infektion der Meningen und des Gehirns an erster Stelle steht. Eine möglichst frühzeitige Intervention ist bei den traumatischen Läsionen des Gehirns und seiner Häute, soweit die primär durch das Trauma hervorgerufenen Veränderungen in Betracht kommen, allgemein nur bei penetrierenden Gehirnwunden angezeigt. Hier ist das primäre Debridement erforderlich: es besteht in sorgfältiger Reinigung der Wunde, Abtragung aller zerfetzten Hautteile und Durateile, Entfernung der abgesprengten Knochenfragmente, soweit diese oberflächlich gelegen und ohne tieferes Schürfen erreichbar sind: dasselbe gilt für die Projektile, die ins Schädelinnere eingedrungen sind: nur wenn dieselben leicht erreichbar sind, sollen sie extrahiert werden: tief sitzenden und schwer zugänglichen Knochenfragmenten und Projektilen gegenüber ist zunächst ein abwartendes Verhalten angezeigt. Bei den nicht penetrierenden Schädelverletzungen kommt nur bei starker Depressionsfraktur oder Versprengung von Knochenfragmenten unter das Schädeldach oder unter die Dura und in das Gehirn eine Frühoperation in Betracht: doch empfiehlt es sich auch hier, zunächst etwas zuzuwarten, bis sich der Kranke von den Allgemeinerscheinungen des Gehirntraumas erholt hat, falls nicht durch die zertrümmerten und versprengten Knochenmassen schwere Reizerscheinungen, in Form von epileptischen Anfällen, ausgelöst werden und diese ein alsbaldiges Vorgehen dringend erheischen.

Die zweite Quelle des Kopfschmerzes liegt bei den traumatischen Affektionen des Gehirns in den sekundären traumatischen Faktoren, in den epiduralen, subduralen, meningealen, intrazerebralen und intraventriculären Blutungen, in der einfachen traumatischen Hirnschwellung, der entzündlichen Hirnschwellung, die bei penetrierenden Wunden nicht selten besteht, in dem akuten traumatischen Meningealödem und Hirnödem (Meningitis serosa recens), in der eitrigen Frühmeningitis und dem Frühabsceß. Gegenüber diesen sekundären traumatischen Prozessen, die oft mit furchtbaren Kopfschmerzen einhergehen, ist in der Mehrzahl der Fälle eine sachgemäße operative Intervention geboten.

Bei den epiduralen Blutungen, die teils aus dem Knochen, in der Hauptsache aber aus der Art. meningea stammen, ist es am zweckmäßigsten nicht nur das Hämatom auszuräumen, sondern auch die

Art. meningea selbst zu unterbinden. Liegt der Einriß sehr tief, oder verläuft die Arterie innerhalb eines Knochenkanals, so gelingt die Blutstillung am sichersten durch Einlegen eines Muskelstückes zwischen Dura und Knochen oder Einpressen eines kleinen Muskelstückchens in das Knochenlumen, aus dem die Blutung erfolgt. Die aus einer Verletzung des Sinus longitudinalis stammenden epiduralen Blutungen können durch seitliche Naht des Sinus oder durch Aufnähen eines Muskelstückchens auf die Rißstelle leicht gestillt werden. Wiederholt habe ich auch ein Muskelstückchen auf die Rißstelle aufgelegt, einen aus der Dura gebildeten kleinen Lappen über das Muskelstück zurückgeschlagen und rückwärtig an der Oberfläche der Dura aufgenäht: diese Methode darf aber nur in Fällen ohne Weichteilverletzung zur Anwendung kommen, da man beim Vorhandensein einer solchen durch die Eröffnung der Dura die Gefahr der Meningealinfektion unnötig heraufbeschwören würde. Die subduralen Blutungen der Konvexität stammen im allgemeinen aus den oberflächlichen Gehirnvenen oder Gehirnarterien, aus dem Sinus longitudinalis oder den zahlreichen aus dem Gehirn in die Sinus übertretenden Venen, oder aus oberflächlichen Kontusionsherden des Gehirns. Sie können aber auch aus der Art. meningea stammen, wenn die Dura gleichzeitig durchtrennt ist. Bei frischen noch blutenden subduralen Hämatomen soll man unbedingt die Quelle der Blutung aufdecken und stillen, die Sinusblutungen in der soeben geschilderten Weise, die Blutungen aus oberflächlichen Gehirnvenen oder Gehirnarterien durch Unterbindung oder Umstechung derselben, desgleichen die aus den vom Gehirn in den Sinus übertretenden Venen stammenden Blutungen. Bei den aus Kontusionsherden des Gehirns stammenden Blutungen ist die Quelle der Blutung manchmal sehr schwer zu fassen: man muß vorsichtig in die Tiefe des Herdes eindringen und das blutende Gefäß durch Umstechung ligieren. Mehrfach habe ich diese letzteren Blutungen auch durch temporäre Tamponade mittels eines in den Kontusionsherd eingelegten mit Adrenalin getränkten Tampons gestillt. Bei denjenigen subduralen Hämatomen, bei denen die Blutung bereits zum Stillstand gekommen ist, rate ich, bei der Entfernung der Cruormassen möglichst vorsichtig vorzugehen et quieta non movere: natürlich müssen größere Coagulamassen wenigstens zum guten Teil ausgeräumt werden: aber wenn dies geschehen ist, soll man sich damit begnügen und nicht durch restlose Entfernung aller kleinsten Blutgerinnsel den Herd der Blutung wieder eröffnen. Geschieht dies gleichwohl, so muß man natürlich das blutende Gefäß umstechen oder ligieren, eventuell durch Muskeltamponade zum Schweigen bringen. Bei den basalen Hämatomen muß man sich mit einer doppelseitigen,

subtemporalen, palliativen Dekompression begnügen. Das gleiche gilt für die intraventriculären und die tiefen intracerebralen Hämorrhagien. Ob man unter Umständen basale Hämatome von der hinteren Schädelgrube angehen kann, lasse ich dahingestellt. Zweifellos sammelt sich hier garnicht selten gerade der Bluterguß an und bedeutet durch den lokalen Druck auf Pons und Oblongata eine besonders große Gefahr.

Die einfache traumatische trockene Hirnschwellung kann lokal und diffus sein. Ihre speziellen Ursachen kennen wir bisher noch nicht genau. Sie entwickelt sich nach meiner Erfahrung besonders da, wo Knochenfragmente ins Gehirn versprengt oder Projektile eingedrungen sind. Sie kommt sowohl bei nicht penetrierenden als auch bei penetrierenden Schädelverletzungen vor. Besteht ein Knochendefekt, so kommt es infolge der Hirnschwellung an dieser Stelle zum Hirnprolaps. Die Hirnschwellung kann zu so starken allgemeinen Hirndruckerscheinungen, aber auch zu Reizerscheinungen in Form von epileptischen Krämpfen und herdförmigen Ausfallserscheinungen führen, daß eine operative Intervention erforderlich wird. Diese hat bei Schädeltraumen, die mit Knochenverletzungen einhergehen, an der Stelle der letzteren zu erfolgen, bei bestehendem Prolaps ist dieser in seiner ganzen Zirkumferenz aus der Einschnürung zu befreien, Knochenfragmente oder Projektile sollen nach Möglichkeit extrahiert werden. Besteht keine Knochenverletzung, weisen aber bestimmte Herdsymptome auf eine bestimmte Hirnregion hin, so ist diese freizulegen. Sind im wesentlichen nur allgemeine Hirndrucksymptome vorhanden, so kommt die palliative subtemporale Entlastung in Betracht.

Die entzündliche Hirnschwellung schließt sich oft an penetrierende Gehirnwunden an. Sie ist stets der Ausdruck einer Infektion des Gehirns in der Umgebung der Läsionsstelle, häufig auf dem Boden eingedrungener Knochenfragmente oder Projektile oder anderer Fremdkörper. Bei vorhandenem Knochendefekte geht sie stets mit Hirnprolaps einher. Die entzündliche Hirnschwellung ist nicht selten das Vorstadium des traumatischen Hirnabszesses, sie führt aber durchaus nicht immer zur Abscedierung, sondern kann vollkommen zurückgehen. Da, wo sie vorhanden ist, ist die Läsionsstelle unbedingt in breiter Ausdehnung freizulegen und man soll versuchen die Quelle der Infektion zu eliminieren, also Knochensplitter, Projektile und andere Fremdkörper wenn möglich zu extrahieren sowie zertrümmerte Gehirnmassen abzutragen. Daß man dabei so konservativ wie möglich vorgehen soll, bedarf wohl keines besonderen Hinweises.

Das akute traumatische Meningealödem (die Meningitis serosa recens), das oft mit Hirnödem kombiniert ist, kommt ebenfalls

sowohl bei penetrierenden als auch bei nicht penetrierenden Gehirntraumen zur Entwicklung. Es kann lokalisiert sein, an der Stelle der Einwirkung der traumatischen Gewalt, kann sich aber auch bei nicht lokalisierten Kopftraumen ohne Knochenverletzung an bestimmten umschriebenen Stellen ausbilden und durch bestimmte Herdsymptome, epileptische Anfälle, corticale Ausfallserscheinungen zu erkennen geben; schließlich kann es aber auch diffus ausgebreitet sein und in der Hauptsache in allgemeinen Hirndrucksymptomen zum Ausdruck kommen. Es erheischt da, wo die Symptome nicht spontan rasch zurückgehen eine operative Intervention, die bei umschriebenen Herden an deren Orte zu erfolgen hat, bei vorwiegend allgemeinen Hirndruckerscheinungen in der suboccipitalen Trepanation mit Eröffnung der Cisterna cerebellomedullaris und Drainage des Liquors in die Nackenmuskulatur besteht.

Daß der traumatische Frühabsceß unbedingt der operativen Operation bedarf, ist selbstverständlich. Die Methoden der Absceßoperation werden später im Zusammenhang zur Sprache kommen (vgl. S. 328ff). Bemerken möchte ich nur, daß der Frühabsceß nicht nur bei penetrierenden Gehirnverletzungen vorkommt, sondern auch bei nicht penetrierenden. Ich habe ihn sowohl bei Prellschüssen und Tangentialschüssen, die lediglich eine Verletzung bzw. Kontusion der weichen Kopfdecken, aber keine solche des Knochens und der Dura bewirkt hatten, als auch bei Kopfverletzungen durch stumpfe Gewalt, die zwar zu einer Sprengung des Knochens, aber nicht zu einer Wunde der weichen Kopfdecken geführt hatten, beobachtet.

Bezüglich der eitrigen Frühmeningitis gehen die Ansichten der Autoren heute noch auseinander. Es fehlt nicht an Stimmen, welche einer aktiven chirurgischen Therapie das Wort reden, sei es, daß man, wenn möglich, an der Stelle der Verletzung eine möglichst breite Freilegung vornimmt und für Abfluß des eitrigen Exsudates sorgt, wodurch tatsächlich die Meningitis ausheilen kann, sei es, daß man eine Dauerdrainage des Liquors durch eine an der Cisterna cerebello-medullaris angelegte Apertur schafft, oder gar von hier aus regelrechte Spülungen des Subarachnoidealraumes mit desinfizierenden Lösungen vornimmt. Bemerken möchte ich, daß sich die eitrige Frühmeningitis ebenso wie der Frühabsceß gelegentlich auch bei nicht penetrierenden Gehirntraumen entwickeln kann.

Eine dritte Quelle des Kopfschmerzes bilden die sogenannten posttraumatischen Noxen, Callusbildung des Schädels, die traumatische Osteomyelitis des Schädels mit epiduraler Eiteransammlung, die Pachymeningitis externa, die posttraumatische Pachymeningitis haemorrhagica interna, die Leptomeningitis et Arachnitis sero-fibrosa adhaesiva cystica

chronica progressiva, die mit Störungen der Liquorproduktion, Liquorzirkulation, Liquorresorption, des Liquordruckes und der Liquorbeschaffenheit einhergeht, die posttraumatischen Ventrikelveränderungen, die traumatische Porencephalie, ferner die posttraumatischen Vasopathien mit ihren Folgezuständen, der Spätmalacie, der Spätblutung, der chronisch-progressiven posttraumatischen Hirnatrophie mit und ohne kapilläre Blutungen, das traumatische Hirnaneurysma, der traumatische Spätabsceß und die eitrige Spätmeningitis. Die weitaus größte Bedeutung haben unter diesen Spätnoxen die Meningopathien, speziell die Meningitis et Arachnitis chronica sero-fibrosa adhaesiva cystica. Sie ist je nach Intensität und Sitz des Prozesses in ihrer Symptomatologie ungemein mannigfaltig. Von erheblicher Bedeutung ist sie z. B. bei der posttraumatischen Epilepsie. Eine besondere Rolle spielt sie bei dem sogenannten postcommotionellen cerebralen Allgemeinsyndrom (der sogenannten Commotionsneurose), in dessen Rahmen neben anderen Erscheinungen, wie Schwindel, Übelkeit, Brechen, Ohrensausen, Flimmern vor den Augen, Neigung zu vasomotorischen Störungen, Unregelmäßigkeiten der Herztätigkeit, allgemeiner Herabsetzung der körperlichen und psychischen Leistungsfähigkeit, Stimmungslabilität bei vorherrschend depressiv-hypochondrischer Gemütslage, unruhigem, von Träumen erfülltem Schlaf, Intoleranz gegen Alkohol und Nikotin, wohl der Kopfschmerz das hervorstechendste Symptom bildet. Dieses posttraumatische cerebrale Allgemeinsyndrom, das nach den verschiedensten Kopftraumen zur Entwicklung kommen kann, auch da, wo eine Commotio cerebri im eigentlichen Sinne gar nicht vorgelegen hat, das ich übrigens besonders stark auch in mehreren Fällen von Starkstromverletzungen beobachtet habe, trägt m. E. den Namen Commotionsneurose zu Unrecht, denn die neueren Untersuchungsmethoden, vor allem die Encephalographie, die Messung des Liquordruckes, die Prüfung der Liquorpassage und Liquorresorption mittels chemischer Agentien (Jodnatrium), und die Untersuchung der Liquorbeschaffenheit haben in der Mehrzahl derartiger Fälle faßbare Störungen aufgedeckt, die in der Hauptsache auf eine Meningitis serosa zurückzuführen sein dürften. Die wichtigsten Störungen sind der Hydrocephalus occlusus, der Hydrocephalus aresorptivus und der Hydrocephalus hypersecretorius (vgl. Abb. 90—93). An dem Zustandekommen der einzelnen Symptome dieses posttraumatischen Allgemeinsyndroms sind wohl aber außer den meningealen Veränderungen auch Störungen der Blutzirkulation im Gehirn teils im Sinne der Vasokonstriktion, teils im Sinne der arteriellen Hyperämie, unter Umständen aber auch ausgesprochene Vasopathien im Sinne Marburg's mit beteiligt. Es darf ferner nicht übersehen werden, daß bei dem posttraumatischen All-

gemeinsyndrom häufig auch eine psychogene Komponente mitwirkt. Das Syndrom geht, wie schon erwähnt, meist mit einer depressiv-hypochondrischen Verstimmung einher, die zum Teil eine Folge der am Gehirn und seinen Häuten sowie im Liquor cerebrospinalis sich abspielenden Veränderungen sein kann, sehr oft aber durch äußere Faktoren, insbesondere Rentenansprüche und Rentenkampf noch beträchtlich gesteigert wird. Daß eine solche gemütliche Depression schmerzsteigernd wirkt, ist bereits im Kapitel X ausführlich erörtert worden. Man spricht in solchen Fällen



Abb. 90.
Posttraumatische Arachnitis serosa, Hydrocephalus occlusus.
Nichtfüllung der Ventrikel bei lumbaler Luftzufuhr.

meist von psychogener Überlagerung. Bei genauer Betrachtung liegen die Verhältnisse so, daß bei dem bestehenden Affekt erstens die Erregbarkeit des Schmerzsystems, speziell wohl die der zentralen Endstätten desselben, des Thalamus opticus und Cortex cerebri, gesteigert ist, und zweitens durch den Affekt periphere Vorgänge am Gefäßsystem hervorgerufen werden, die sich als irritative Noxe zu der durch den Krankheitsprozeß selbst gegebenen irritativen Noxe hinzuaddieren. Dazu kommt, daß bei vielen dieser Kranken die Aufmerksamkeit der Krankheit mehr oder weniger dauernd zugewandt ist und daß auch dadurch der Kopfschmerz



Abb. 91 a.
Posttraumatische Arachnitis serosa cystica. Hydrocephalus aresorptorius. Reaktive Vergrößerung des der Seite der Einwirkung des Traumas entsprechenden Ventrikels.



Abb. 91 b.
Derselbe Fall von der Seite gesehen.

eine Steigerung erfährt. Die auf den Affekt und die Richtung der Aufmerksamkeit entfallende Komponente kann so überwiegen, daß selbst da, wo ganz geringfügige und für unsere Methoden schwer oder bisher gar nicht faßbare anatomische Prozesse im Gehirn und an seinen Häuten vorliegen, doch die Beschwerden sehr stark sind. In diesen letzteren Fällen kann eine sachgemäße Psychotherapie oft sehr Gutes leisten und bekanntlich hören die Beschwerden mit der Beendigung des Rentenkampfes und dem Abblassen des ihn begleitenden Affektes manchmal ganz oder fast ganz auf. Aber in der Mehrzahl der Fälle mit post-



Abb. 92.
Posttraumatische Arachnitis serosa. Hydrocephalus aresorptivus.

traumatischem cerebralem Allgemeinsyndrom liegen, wie unsere systematischen Untersuchungen uns an mehreren Hundert Fällen gelehrt haben, greifbare Störungen des Liquordruckes, der Liquorzirkulation, der Liquorresorption und zum Teil auch der Liquorbeschaffenheit vor. Dieser Tatsache muß bei der Wertung der klinischen Symptome, die meist rein subjektiver Natur sind, und bei der Therapie gebührend Rechnung getragen werden.

Bei der chirurgischen Behandlung des posttraumatischen zerebralen Allgemeinsyndroms müssen die operativen Maßnahmen den jeweils

vorliegenden Störungen so genau wie möglich angepaßt werden. Nur da, wo wirklich deutliche Störungen der Liquorzirkulation, Liquorresorption und des Liquordruckes nachweisbar sind, sind wir zu einer chirurgischen Intervention berechtigt. Eine häufige Form der Störung ist der Hydrocephalus occlusus. Hier ist der Balkenstich indiziert. Bei Lahmlegung der Liquorresorption und bei erhöhter Liquorproduktion ohne Störung der Liquorresorption ist m. E. die Drainage des Liquors von der Cisterna cerebello-medullaris in die Nackenmuskulatur die Methode der Wahl. In Fällen von Meningo-Arachnitis sero-fibrosa adhaesiva cystica, in denen neben den cerebralen Allgemeinsymptomen bestimmte Lokalsymptome

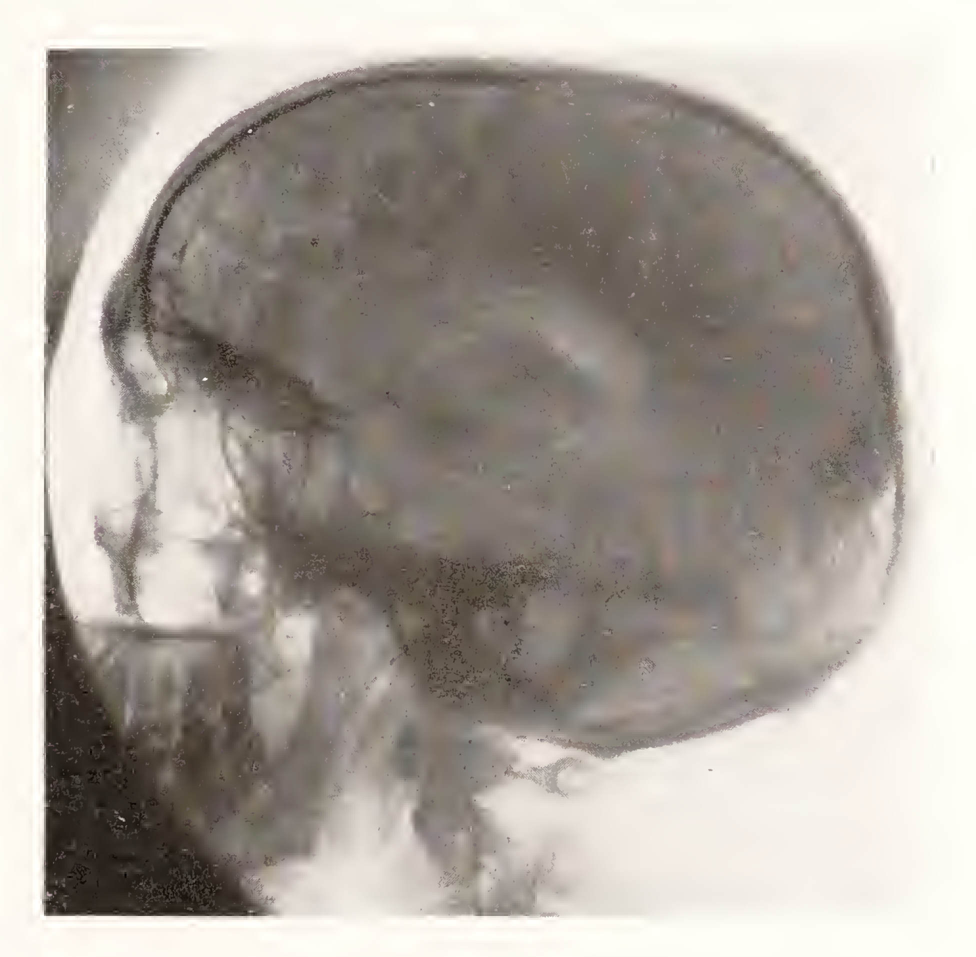


Abb. 93.
Posttraumatische Arachnitis serosa. Hydrocephalus hypersecretorius. Druck 320 mm in horizontaler Lage, normale Resorption des Liquors. Keine Obstruktion der Ventrikel.

vorliegen, gilt es, den diese letzteren verursachenden Herd freizulegen und die lokalen Veränderungen so gut als möglich zu eliminieren, eine Cyste zu entfernen, Verwachsungen zu lösen, Schwarten abzutragen usw. Ob dabei außerdem noch der Balkenstich oder die Eröffnung und Drainage der Cisterne in Betracht kommt, hängt von den jeweils vorliegenden Verhältnissen ab.

Von den anderen oben erwähnten posttraumatischen Prozessen sind besonders die Callusbildung des Schädels, die traumatische Osteomyelitis des Schädels mit epiduraler Eiteransammlung, die Pachymeningitis, der traumatische Spätabszeß und die posttraumatische Spätblutung nicht selten Gegenstand der operativen Intervention. Callusmassen müssen

abgetragen werden, die osteomyelitisch erkrankte Schädelpartie ist in breiter Ausdehnung zu entfernen und der Eiter abzulassen, pachymeningitische Schwielen sind zu exstirpieren, der Spätabszeß ist zu entleeren, eine Spätblutung ist, wenn sie oberflächlich liegt, direkt anzugehen, bei tiefem intracerebralem Sitz ist die palliative Druckentlastung geboten. In einem Falle von posttraumatischem Aneurysma spurium der Arteria cerebri anterior habe ich die Dura im Bereiche des über apfelgroßen Blutsackes freigelegt: als ich sie vorsichtig inzidierte, spritzte das hellrote arterielle Blut in hohem Strahle hervor, so daß ich gezwungen war, den Duraschlitz sofort wieder durch Naht zu schließen. Nach dieser einfachen entlastenden Operation gingen alle klinischen Erscheinungen restlos zurück. Für die traumatische Spätmeningitis kommen dieselben Maßnahmen, wie sie weiter oben für die Frühmeningitis beschrieben sind, in Betracht.

2. Kopfschmerz bei ossal bedingter Disproportion zwischen Schädelfassungsraum und Gehirn.

In diese Gruppe gehört der Kopfschmerz infolge von frühzeitiger Verknöcherung der Schädelnaht (Craniosteostenose), der Kopfschmerz bei der Oxycephalie (Turmschädel), bei denjenigen Fällen von Mikrocephalie, bei denen der Schädel im Verhältnis zum Gehirn zu klein ist. Eine praktisch wichtige hierhergehörige Gruppe bilden diejenigen Fälle, in welchen der Schädel normal konfiguriert und auch im Verhältnis zum übrigen Körper nicht disproportioniert ist, in denen aber trotzdem der Schädelfassungsraum im Mißverhältnis zur Gehirngröße steht. Manchmal zeigt der Schädelknochen dabei eine auffallende Dicke. Bei diesen Kranken mit relativer Mikrocranie ist der Subduralraum und Subarachnoidealraum äußerst eng, die geringste Vermehrung der Blutzufuhr zum Gehirn oder die geringste venöse Stase steigert das Mißverhältnis zwischen Schädelkapazität und Gehirnvolumen. In vielen Fällen von habituellem Kopfschmerz ist eine relative Mikrocranie als Ursache anzusehen. Durch die Methode der Encephalographie sind wir in der Lage dieselbe zu diagnostizieren. Auch manche Fälle von postrachitischem Kopfschmerz gehören in diese Gruppe, in denen eine Schädeldifformität entstanden ist und das Gehirn sich in seiner Konfiguration der Schädelform nicht entsprechend angepaßt hat. Ferner gehören hierher die seltenen Fälle von angeborenen Exostosen des Schädels, die manchmal von beträchtlicher Größe sind und zu einem argen Mißverhältnis zwischen Schädelraum und Inhalt führen. Ich habe eine Kranke beobachtet, die von Kindheit an an den furchtbarsten Kopfschmerzen litt. Irgendwelche andere Symptome bestanden nicht. Der Hirndruck betrug im Liegen



Abb. 94 a.



Abb. 94 b.
Angeborene Exostose des Os frontale.

320 mm, war also beträchtlich erhöht. Das Röntgenbild des Schädels zeigte zwei vollkommen symmetrische große Exostosen an der Innenseite beider Ossa frontalia, beiderseits hart neben der Sutura sagittalis (vgl. Abb. 94). Ich habe das gesamte Os frontale im Bereiche der Exostosen mit diesen in toto entfernt und dabei zeigte sich, daß an der Innenseite des Knochens außer den beiden großen Exostosen noch mehrere kleine, zum Teil auch symmetrische Exostosen vorhanden waren. Ich bemerke, daß ich außer diesem besonders prägnanten Fall noch mehrere andere Fälle beobachtet habe, die an furchtbaren dauernden Kopfschmerzen litten und die im Röntgenbild eine auffallende Dicke des Schädelknochens und besonders im Bereiche der Frontalia zahlreiche Verdickungen aufwiesen. Daß auch im späteren Leben entstehende Knochenprozesse im Mißverhältnis zwischen Schädelfassungsraum und Schädelinhalt entstehen können, ist selbstverständlich. Osteome, ins Innere des Kraniums vordringende Tumoren des Schädels verschiedenster Art gehören hierher: der posttraumatischen Callusbildung ist schon gedacht worden. Die operative Behandlung der ossal bedingten Disproportion zwischen Schädelfassungsraum und Schädelinhalt besteht bei der Kraniosteostenose, bei der Oxycephalie, bei der relativen Mikrocranie, bei postrachitischer Schädeldifformität mit Kopfschmerzen in einer möglichst ausgiebigen Ventilbildung nach Cushing, am besten doppelseitig über dem rechten Schläfelappen mit Eröffnung der Dura, über dem linken ohne diese, wenn nicht besondere lokale Symptome auf eine andere Region hinweisen oder die Schädeldifformität an einer anderen Stelle besonders stark ausgesprochen ist und man annehmen muß, daß hier das Mißverhältnis zwischen Schädelinnenraum und Gehirn besonders stark zur Geltung kommt. Ob die bei Craniostenose und Mikrocephalie von Lannelongue empfohlene Circumcisio cranii dem Prinzip der Vergrößerung des Schädelraums praktisch gerecht wird, kann ich aus eigener Erfahrung nicht beurteilen. In dem oben erwähnten Falle von angeborener symmetrischer Exostosenbildung am Os frontale habe ich den gesamten Knochen in breiter Ausdehnung entfernt. In einem Falle von Osteosarkom, das die Dura nicht durchwachsen hatte, aber so stark ins Schädelinnere hereindrückte, daß heftige Kopfschmerzen, Stauungspapille und Ausfallserscheinungen von seiten des linken Scheitellappens bestanden, habe ich das ganze linke Scheitelbein, in dessen Mitte der Tumor gelegen war, exstirpiert. Ich habe der Sicherheit halber auch noch die Dura im Bereiche des Tumors exzidiert, obwohl letzterer überall gut von ihr hatte abgelöst werden können und äußerlich keine Zeichen dafür sprachen, daß der Tumor auf sie übergegriffen hätte.

3. Kopfschmerz bei Hirntumor und ähnlichen raumbeengenden Prozessen des Gehirns.

Der Kopfschmerz gehört zu den häufigsten Allgemeinsymptomen des Gehirntumors. In vielen Fällen bildet er lange Zeit das einzige klinische Symptom, das jahrelang den anderen Symptomen vorausgehen kann. Andererseits kann in seltenen Fällen von Hirntumor jeglicher Kopfschmerz vermißt werden. Der Tumorkopfschmerz ist entweder generalisiert, nicht selten halbseitig auf der Seite des Tumors besonders ausgeprägt oder auf diese Seite beschränkt, gelegentlich sogar dem Sitze des Tumors entsprechend relativ scharf umschrieben. Letzteres fand ich z. B. häufig bei Stirnhirntumoren, aber auch bei Tumoren anderer Lokalisation. Besonders die Tumoren der hinteren Schädelgrube sind meist durch heftige Hinterkopfschmerzen ausgezeichnet. Andererseits wird aber beim Hirntumor der Kopfschmerz gar nicht selten an Stellen, die weit ab von dem Orte des Tumors gelegen sind, lokalisiert. So habe ich des öfteren bei Tumoren der hinteren Schädelgrube über exquisiten Stirnkopfschmerz klagen gehört. Der Tumorkopfschmerz ist im allgemeinen ein tiefer Kopfschmerz, doch irradiiert der Schmerz gar nicht selten auch in die Kopfdecken; und er verbindet sich dann mit einer Hyperalgesie derselben und einer mehr oder weniger ausgesprochenen Druckempfindlichkeit der Nervenstämme des Kopfes, der Trigeminusäste und der Nn. occipitales.

Die operative Behandlung des Tumorkopfschmerzes deckt sich im wesentlichen mit der des Tumors selbst. Wo die radikale Entfernung möglich ist, soll sie durchgeführt werden. Ob sie möglich ist, hängt ganz vom Sitz, von der Beschaffenheit des Tumors (ob umschrieben oder diffus) und vom Allgemeinzustande des Kranken ab. Ist eine radikale Entfernung nicht möglich, so kommt zunächst die partielle Entfernung in Betracht, sei es, daß man bei soliden Tumoren beträchtliche Teile desselben exstirpiert, sei es, daß man bei cystischen Tumoren die Cysten entleert, mittels Formalin die Wandung derselben härtet und alsdann den Cystensack so vollständig wie möglich ausschält und entfernt, sei es endlich, daß man, wie es sich für die Kleinhirnbrückenwinkeltumoren bewährt hat, das Innere des Tumors so gut wie möglich ausräumt, seine Wand aber in situ beläßt.

Ist auch keine partielle Entfernung des Tumors möglich, so kommt die Druckentlastung zu ihrem Recht. Dieselbe soll, wenn möglich, über dem Orte des Tumors selbst erfolgen; ist dieser nicht bestimmbar, so ist die subtemporale Ventilbildung nach Cushing die Methode der Wahl. Um der Bildung eines zu großen Prolapses vorzubeugen, empfiehlt es sich bei bekanntem Sitze des Tumors zunächst auf der gesunden Seite ein Ventil ohne Eröffnung der Dura über dem Schläfelappen anzulegen

und erst kurze Zeit danach auf der kranken Seite über dem Tumor die Entlastung mit Eröffnung der Dura vorzunehmen. Ist der Sitz des Tumors unbekannt, so ist ebenfalls die doppelseitige subtemporale Ventilbildung angezeigt, links ohne Eröffnung der Dura, rechts mit Eröffnung derselben. Die Druckentlastung über dem Kleinhirn sollte im großen Ganzen nur bei Tumoren der hinteren Schädelgrube vorgenommen werden. Ich rate vor derselben den Balkenstich auszuführen, da in diesen Fällen fast stets ein Hydrocephalus occlusus besteht. Manchmal erreicht man in diesen Fällen durch einen ausgiebigen Balkenstich allein eine genügende Entlastung. Aber einen Sinn hat der Balkenstich nur, wenn tatsächlich ein Hydrocephalus occlusus vorliegt. Bei einem Tumor der Vierhügelgegend habe ich die Entlastung in der Weise erreicht, daß ich supratentoriell vorging, bis an den vorderen Rand des Tentorium cerebelli vordrang und dieses dann in seiner ganzen anterio-posterioren Ausdehnung etwas lateral vom Sinus rectus bis hart an den Sinus transversus nach hinten durchtrennte; außerdem habe ich die Falx cerebri etwas vor ihrem Übergang in das Tentorium cerebelli von unten nach oben zu durchtrennt und durch Spaltung des hinteren Teiles des Corpus callosum und der Tela chorioidea des dritten Ventrikels auch den Hydrocephalus internus occlusus beseitigt. Der Erfolg der Operation war ein ausgezeichneter, der Kranke hat sich über 2 Jahre lang danach des besten Wohlbefindens erfreut.

Dieselben Gesichtspunkte wie für den Tumor cerebri im eigentlichen Sinne gelten für die parasitären Tumoren, den Echinococcus, Cysticercus, den Solitär- und Konglomerattuberkel und für derbe große Gummata, die der spezifischen Therapie trotzen. Der Cysticercus cerebri geht bekanntlich oft mit starken Kopfschmerzen einher, besonders die multiple Cysticercose, die Cysticerkenmeningitis und die Cysticercose des 3. und 4. Ventrikels bzw. des Aquaeductus Sylvii, welch letztere häufig durch Verlegung der Liquorwege zu einem Hydrocephalus occlusus führt. Die Art des operativen Vorgehens hängt von den jeweils vorliegenden Verhältnissen ab. Isolierte Cysticerken können exstirpiert werden und es kann dadurch dauernde Heilung erzielt werden. Bei der Cysticerkenmeningitis kommen die druckentlastenden Operationen zu ihrem Recht, entweder die doppelseitige subtemporale Ventilbildung nach Cushing oder die subocepitale Ventilbildung mit Drainage des Liquors in die Nackenmuskulatur. Bei Hydrocephalus occlusus kommt der Balkenstich in Betracht. Doch kann man auch einzelne Cysticerkenblasen aus dem 4. Ventrikel extrahieren.

Bezüglich des Solitärtuberkels und Konglomerattuberkels gelten genau dieselben Gesichtspunkte wie für den Tumor cerebri. Ist derselbe

zugänglich, so ist seine radikale Entfernung sehr gut möglich. In anderen Fällen müssen wir uns auf die druckentlastenden Operationen beschränken.

4. Kopfschmerz bei Hirnabszeß.

Der Hirnabszeß ist entweder traumatischen Ursprungs oder otogenen Ursprungs oder metastatisch oder kryptogenetisch. Der traumatische Hirnabszeß entsteht meist infolge von penetrierenden Schädelverletzungen, bei denen infizierte Teile: Projektile, Knochensplitter, Haut, Haare, Stoffteile u. a. ins Innere des Gehirns versprengt werden, oder bei denen ein offener Kontusionsherd von außen her infiziert wird. Er kommt aber auch bei nichtpenetrierenden Schädelverletzungen vor. Ich habe das mehrfach bei Schußverletzungen und bei Verletzungen durch stumpfe Gewalt beobachtet. Besonders interessant ist ein Fall meiner Beobachtung, der einen Prellschuß gegen die linke Stirn erhalten hatte und danach zunächst rechtsseitige Lähmung und Aphasie bot, die völlig zurückgingen. $2^1/_2$ Jahre später Pneumonie; bald danach furchtbare Kopfschmerzen, die immer mehr zunahmen, Fieber, Stauungspapille rechts und links, epileptische Anfälle, ausgehend vom rechten frontalen Adversivfeld, allmählich zunehmende linksseitige Hemiparese. Im Röntgenbild Knochensplitter im rechten Frontalhirn. Bei der operativen Intervention stieß ich auf einen Abszeß im rechten Stirnlappen, aus dem Pneumokokken in Reinkultur gezüchtet wurden. Wir müssen annehmen, daß hier der durch das Trauma, speziell durch die Versprengung des Knochensplitters im rechten Stirnhirn erzeugte Kontusionsherd im Anschluß an die $2^1/_2$ Jahre nach der Verletzung auftretende Pneumonie metastastisch mit Pneumokokken infiziert worden ist.

Der traumatische Hirnabszeß kann sich sehr rasch entwickeln und schon wenige Tage nach der Einwirkung des Traumas manifest sein, wir sprechen dann von Frühabszeß. Er kann aber auch erst sehr spät, nach einem Intervall von $^1/_2$, 1, 2, 3 Jahren zur Ausbildung kommen. Ich habe einen Fall beobachtet, der eine geringfügige Granatsplitterverletzung an der rechten Stirn erlitten hatte, die rasch heilte und keine Folgen hinterließ. Der Mann stand danach 4 Jahre im Felde, da erkrankte er unter starken Kopfschmerzen und Fieber, es entwickelte sich eine Stauungspapille beiderseits rechts stärker wie links, bei der Punktion des Gehirns von der alten Verletzungsstelle aus stieß ich in der Tiefe auf Eiter und entleerte bei der gleich angeschlossenen Operation einen über faustgroßen Abszeß des rechten Stirnhirns. Wiederholt habe ich die Entwicklung eines Spätabszesses im Anschluß an die osteoplastische Deckung eines bestehenden Schädeldefektes, und mehrfach auch nach der Implantation eines Fettlappens an der Stelle

eines Duradefektes oder in einen Kontusionsherd des Gehirns beobachtet. Die Zahl der mir bekannt gewordenen Fälle, in denen sich im Anschluß an die eben erwähnten Operationen ein Hirnabszeß entwickelt hat, ist so groß, daß ich nicht glauben kann, daß hier ein bloßer Zufall vorliegt und der Abszeß auch ohnehin entstanden wäre. Vielmehr muß man der osteoplastischen Deckung bzw. der Fettimplantation eine ursächliche Bedeutung für die Entstehung des Abszesses zuschreiben. Aus diesem, aber auch aus zahlreichen anderen hier nicht näher zu erörternden Gründen (Entwicklung einer Rindenepilepsie oder Verschlimmerung einer vorher bereits vorhandenen Rindenepilepsie nach der osteoplastischen Deckung bzw. Fettimplantation, Zunahme der cerebralen Allgemeinerscheinungen nach der Deckung infolge von Verschluß des vorher bestehenden Ventils) halte ich die osteoplastische Deckung traumatisch bedingter Schädeldefekte und vollends die Implantation von Fettlappen für kontraindiziert. Ich habe sie daher nie ausgeführt, war aber in Dutzenden von Fällen, in denen sie anderweitig vorgenommen war, gezwungen das Knochenimplantat wegzunehmen, die Dura rings um den Defekt bis ins Gesunde zu exzidieren, meningeale Membranen und Cysten zu entfernen und Hirnnarben auszuschneiden, oder ich mußte den an der Stelle der Verletzung entstandenen Hirnabszeß entleeren.

Ein paar Worte über die Symptome des traumatischen Hirnabszesses! Mir ist bei der großen Zahl der von mir beobachteten Abszesse nach Schußverletzungen des Gehirns immer wieder aufgefallen, wie oft Fieber, das ja nach der klassischen Lehre zu den charakteristischen Symptomen des Abszesses gehört, entweder ganz fehlte oder sich höchstens in gelegentlichen subfebrilen Temperaturen äußerte. Kopfschmerz war in der Mehrzahl meiner Fälle vorhanden, aber nicht dauernd, sondern mehr periodisch auftretend. Stauungspapille oder Neuritis optica fehlten oft ganz, aber eine venöse Stase war am Augenhintergrund fast immer feststellbar. Der Liquordruck war stets mehr oder minder erhöht. Die Herdsymptome hingen naturgemäß ganz von dem jeweiligen Sitz des Abszesses ab. Überrascht bin ich immer wieder über die riesige Größe gewesen, welche Abszesse, die in sogenannten stummen Hirnregionen gelegen waren, manchmal erlangen, ohne Ausfallserscheinung von Seiten benachbarter „sprechender“ Hirnabschnitte zu machen. Überfaustgroße Abszesse des rechten Frontalhirns habe ich ohne die geringste Hemiparese verlaufen sehen, ich habe Abszesse des rechten Schläfelappens von riesiger Ausdehnung beobachtet, die weder Hemianopsie oder andere charakteristische Einschränkungen des Gesichtsfeldes (obere Quadrantenhemianopsie für Farben) noch die für Temporallappentumoren charakteristische Schwab'sche Symptomentrias (Fallen nach der kontralateralen

Seite und nach hinten, Vorbeizeigen des kontralateralen Armes nach innen, Pallidumsyndrom) oder gar eine Druckwirkung auf die innere Kapsel und damit eine Hemiplegie hervorgerufen hätten. Die Diagnose des traumatischen Hirnabszesses gründet sich bekanntlich auf die Aspiration des Eiters. In der Mehrzahl der Fälle gelingt diese durch Punktion von der Stelle der Verletzung aus leicht. Doch kann bei tiefem, von der Verletzungsstelle weit abgelegenem Sitze des Abszesses die Aufdeckung desselben recht schwierig sein, besonders dann, wenn die Ursache in einem weitab versprengten Knochensplitter oder einem tief eingedrungenen Projektil gelegen ist. Manchmal bestehen auch zwei oder gar zahlreiche miteinander nicht kommunizierende multiple Abszesse, es kann vorkommen, daß man einen derselben durch Punktion aufgedeckt und durch eine anschließende Operation entleert hat, die anderen aber fortbestehen. Wo ein derartiger Verdacht besteht, soll man durch erneute Punktionen versuchen ihrer habhaft zu werden.

Der otogene Hirnabszeß befällt bekanntlich entweder das Kleinhirn oder den Schläfelappen. Bei letzterer Lokalisation können Herdsymptome lange Zeit ganz fehlen, in anderen Fällen sind sie von Anfang an deutlich ausgesprochen. Bei der Aufdeckung des otogenen Hirnabszesses durch die Punktion können dieselben Schwierigkeiten wie beim traumatischen Abszeß dadurch entstehen, daß der Abszeß nicht selten weit abgelegen ist und der Eiter erst nach zahlreichen tastenden Punktionsversuchen nach den verschiedensten Richtungen in großer Tiefe gefunden wird.

Den metastatischen Hirnabszeß beobachten wir besonders bei Bronchektasen, die mit eitriger Bronchitis verbunden sind, bei Hodenentzündungen, bei akuter Parotitis: bei letzterer entsteht er direkt oder auf dem Umwege über den Hoden. Mehrfach habe ich Hirnabszeß von eitriger chronischer Tonsillitis ausgehend beobachtet. Aber es gibt auch Fälle, in denen die Quelle des Abszesses überhaupt nicht eruierbar ist (kryptogenetischer Hirnabszeß). Alle Fälle von metastatischem und kryptogenetischem Hirnabszeß, die ich beobachtet habe, gingen unter dem Bilde des Tumors mit relativ rascher Entwicklung einher. Das stets vorhandene Fieber deutete in allen Fällen auf einen Abszeß hin. Die Diagnose wurde stets durch Hirnpunktion verifiziert.

Die operative Behandlung des traumatischen Hirnabszesses halte ich für äußerst schwierig. Zwei Aufgaben müssen dabei erfüllt werden. Erstens muß bei der Eröffnung eine Meningealinfektion vermieden werden. Dies gelingt leicht, wenn man sich bei dem Zugang zur Abszeßhöhle streng an die primäre Verletzungsstelle hält und den Bereich, innerhalb dessen Dura und Hirnoberfläche stets verwachsen

sind, nicht überschreitet. Liegt die Quelle der Eiterung in Knochensplittern oder Projektilen, so müssen diese unbedingt aus der Tiefe der Abszeßhöhle herausgeholt werden, was oft recht schwer ist, da sie in dem derben Gewebe der Abszeßwandung fest eingebettet sind. Bei sehr tief gelegenen, von der Verletzungsstelle weitab liegenden Abszeßhöhlen bereitet die Eröffnung derselben und die Herstellung eines genügend breiten Kommunikationsweges von der Stelle der Verletzung aus oft große Schwierigkeiten, weil man durch gesundes und funktionstüchtiges Hirngewebe hindurchdringen muß und die Durchbohrung manchmal mit teueren Opfern bezahlt wird. Vollends ist die Entfernung eines versprengten Knochensplitters oder Projektils aus der Wandung eines solchen Fernabszesses von der Stelle der Verletzung aus stets äußerst schwer, bisweilen unmöglich. Trotzdem bietet der Zugang von der entfernten Verletzungsstelle aus immer noch mehr Chancen als der technisch oft leichtere lokale Zugang zum Abszeß durch die über ihm gelegenen unverletzten Partien, die Haut, den Knochen, die Dura und das Gehirn, hindurch, weil dabei die Gefahr der Meningealinfektion wegen des Fehlens der Verwachsung zwischen Dura und Hirnoberfläche, schwer auszuschalten ist. Die zweite Hauptaufgabe bei der Behandlung des Abszesses ist die, zu verhüten, daß sich die Abszeßhöhle vorzeitig durch Granulationen schließt. Dies findet nur gar zu leicht statt, und dann rezidiviert der Abszeß, er rückt trotz immer wiederholter Eröffnungen immer mehr ins Innere vor und führt schließlich doch zur Ventrikelmeningitis. Um den vorzeitigen Schluß der äußeren Abszeßeröffnung zu verhindern, muß diese dauernd so breit als möglich offengehalten werden. Hierzu sind immer wieder kleine Exzisionen des die Öffnung umgebenden Gewebes notwendig. Ich verbreitere durch diese Exzisionen die Öffnung so weit, als es die an der Verletzungsstelle vorhandene Verwachsung zwischen Dura und Gehirn nur zuläßt. Aber trotz aller Bemühungen, die Abszeßhöhle offen zu halten, habe ich in vielen Fällen von traumatischem Hirnabszeß, wenigstens bei Schußverletzungen, doch das Weitergreifen der Eiterung in die Tiefe und die schließliche Ventrikelmeningitis nicht verhindern können.

Auch beim otogenen Hirnabszeß ist in der Regel im Bereich des Abszesses eine Verwachsung zwischen Dura und Hirnoberfläche vorhanden. In diesem Bereiche ist nach Freilegung der Dura die Inzision des Abszesses vorzunehmen, eine Infektion der Meningen vom Abszeß aus kommt hier höchst selten zustande. Der einmal eröffnete otogene Hirnabszeß hat nach meinen Erfahrungen eine viel größere Neigung zur definitiven Ausheilung als der traumatische Hirnabszeß.

Doch ist auch bei ihm ein vorzeitiger Verschluß der Öffnung sorgsam zu verhüten.

Viel schwieriger liegen die Verhältnisse beim metastatischen und kryptogenetischen Hirnabszeß, bei denen meist die schützende Verwachsung zwischen Dura und Hirnoberfläche fehlt. Um den Übertritt des Eiters in den Subdural- und Subarachnoidealraum zu verhindern, muß man zunächst über der Stelle des Abszesses trepanieren und in diesem Bereiche durch energische wiederholte Jodisierung der Dura versuchen eine Verklebung zwischen letzterer und der Hirnoberfläche zu erzeugen und erst wenn diese eingetreten ist, 4 bis 5 Tage später die Dura und den Abszeß selbst im Bereiche der Verklebung eröffnen. Stößt man bei einer Operation unerwarteter Weise bei eröffneter Dura auf einen Abszeß, den man durch Punktion feststellt, so soll man nicht wieder schließen und die Verklebung künstlich hervorzurufen versuchen: die Meningealinfektion würde durch die Punktionsöffnung doch erfolgen, vielmehr versuche man durch sorgfältige und feste Tamponade mit Jodoformgaze zwischen Dura und Knochen rings um die Ausdehnung des Abszesses herum dem Übergreifen der Infektion auf die Meningealräume vorzubeugen, dann aspiriere man zunächst soviel als möglich den Eiter mit einer großen Rekordspritze, und eröffne die Abszeßhöhle erst, nachdem die Hauptmasse des Eiters aspiriert ist: man mache die Öffnung ziemlich breit, um von ihr aus den in der Höhle noch befindlichen Eiter so gründlich wie möglich auszutupfen: ist dies geschehen, so fülle man die Höhle mit formalingetränkten Tupfern aus, die etwa 10—15 Minuten darin verbleiben: nach ihrer Entfernung wird die ganze Abszeßhöhle mit Formalingaze austamponiert: die zirkuläre Jodoformgazetamponade bleibt liegen, sie muß so fest sein, daß in ihrem Bereich die Dura überall hart an die Hirnoberfläche angepreßt ist. Der Knochendeckel muß definitiv entfernt werden, der Hautlappen wird lose angelegt und durch ein oder zwei Situationsnähte fixiert. Die Tamponade der Höhle muß täglich erneuert werden, dagegen bleibt die zirkuläre Jodoformgazetamponade mehrere Tage liegen. Trotz aller dieser Vorsichtsmaßregeln ist die Gefahr des Übergreifens der Infektion auf die Meningealräume, besonders in den ersten Tagen eine sehr große.

5. Die Hirnschwellung.

Zu den raumbeengenden Prozessen innerhalb der Schädelhöhle, welche unter dem Bilde des Tumor cerebri verlaufen können, gehört auch die trockene Hirnschwellung. Die trockene Hirnschwellung ist eine Zustandsänderung des Gehirns, die bei den verschiedensten

Krankheiten auftreten kann, bei Hirntumor, Hirnabszeß, Hydrocephalus occlusus u. a. Sie ist hierbei stets der Ausdruck des enormen Hirndrucks, durch welchen der gesamte Subarachnoidealraum und Subduralraum, die Maschen der Pia und alle Sulci gleichsam leer gedrückt, und die Hirnwindungen abgeplattet werden, so daß sie der Innenfläche der Dura dicht anliegen. Die Oberfläche des Gehirns ist trocken; das Gehirngewebe auf der Schnittfläche desgleichen: das Wasser der Lymphspalten des Gehirns ist an das Gehirngewebe gebunden. Der lokalen traumatischen Hirnschwellung ist bereits früher gedacht worden. Diese Zustandsänderung des Gehirns, die wir als trockene Hirnschwellung bezeichnen, kann nun auch als ein selbständiger alleiniger Prozeß bestehen, ohne daß irgend eine der obengenannten Ursachen der Druckerhöhung vorliegt. Wir sprechen dann von idiopathischer trockener Hirnschwellung. Auch bei ihr ist der Hirndruck erhöht, aber aus unbekannten Ursachen. Die Krankheit macht in erster Linie cerebrale Allgemeinerscheinungen, vor allem Kopfschmerzen, Schwindel, Erbrechen, Druckpuls, Flimmern vor den Augen, Ohrensausen, Neuritis optica und Stauungspapille. Ich hebe aber ausdrücklich hervor, daß ich mehrere Fälle beobachtet habe, bei denen jahrelang nichts als unerträgliche Kopfschmerzen bestanden, die jeder Behandlung trotzten, bis sich dann im weiteren Verlaufe auch Symptome von Seiten des Augenhintergrundes hinzugesellten, die zu einer Entlastungstrepanation Anlaß gaben. Durch diese wurden die Kopfschmerzen beseitigt und auch die Stauungserscheinungen am Augenhintergrund gingen erheblich zurück. Aber nach einigen Monaten erfolgte der Tod unter den Zeichen zunehmenden Hirndrucks. Bei der Autopsie wurde die trockene Hirnschwellung festgestellt, außer ihr konnten aber keinerlei andere Veränderungen eruiert werden.

6. Kopfschmerz bei Hydrocephalus.

Ich kann im Rahmen dieser Arbeit nicht auf die Ursachen des angeborenen und erworbenen Hydrocephalus eingehen. Ich möchte nur hervorheben, daß zahlreiche Fälle von habituellem Kopfschmerz auf einem versteckten Hydrocephalus beruhen, und daß der Kopfschmerz häufig das einzige Symptom dieses Hydrocephalus bildet. Entsprechend den modernen Auffassungen über die Produktion, Zirkulation und Resorption des Liquor cerebrospinalis unterscheiden wir verschiedene Formen des Hydrocephalus. Der Hydrocephalus occlusus (vgl. Abb. 95 u. 96) entsteht, wenn durch irgendeinen Prozeß eine Verlegung der Kommunikation des Ventrikelinnern oder einzelner Abschnitte desselben mit dem Subarachnoidealraum vorliegt. Das beobachten wir bei kongenitaler Atresie des Aquaeductus Sylvii, bei kongenitalen cystischen Tumoren des Bodens des

dritten Ventrikels, bei Thalamustumoren, Tumoren der Vierhügelgegend, Epiphysentumoren, Tumoren der Rautengrube, des Kleinhirns, Kleinhirnbrückenwinkeltumoren, Cysticerken im dritten und vierten Ventrikel, im Aquaeductus Sylvii, bei meningealen Prozessen, welche zu einer Verklebung der Kommunikationswege führen. Die Verlegung der Kommunikationswege kann eine absolute oder nur ein relative sein. Von ersterer spreche ich dann, wenn weder Luft vom Subarachnoidealraum ins Ventrikelinnere eindringt, was wir durch die Encephalographie bei



Abb. 95.
Hydrocephalus congenitus occlusus. Füllung der Ventrikel durch Ventrikelpunktion (Nichtfüllung durch lumbale Zufuhr). Passageverlegung durch Jodprobe erwiesen. Klinisch bestanden von Kindheit an nur furchtbare Kopfschmerzen, die durch den Balkenstich prompt beseitigt wurden.

lumbaler oder suboccipitaler Zufuhr feststellen können, noch ein in das Ventrikelinnere verbrachtes chemisches Agens (Jodnatrium, Phenolsulphonphthalein) im Subarachnoidealraum erscheint. Von relativer Passagebehinderung spreche ich, wenn im encephalographischen Bilde bei lumbaler oder suboccipitaler Luftzufuhr die Ventrikel nicht gefüllt erscheinen, das chemische Agens aber vom Ventrikel aus in den Subarachnoidealraum durchdringt, wobei allerdings fast stets eine Verzögerung der Passage nachweisbar ist.

Das Hindernis kann an den verschiedensten Punkten des Ventrikelsystems angreifen. Liegt die Obstruktion am Foramen Magendi und den Foramina Luschkae, so staut sich der Liquor in den Seitenventrikeln, im dritten und vierten Ventrikel, und man kann unter Umständen im encephalographischen Bilde bei Luftfüllung der Ventrikel durch Ventrikelpunktion die Füllung und Erweiterung des gesamten Ventrikelsystems nachweisen. Bei Obstruktionen im Bereiche des vierten Ventrikels oder des Aquaeductus Sylvii gelingt durch die Ventrikelpunktion nur die Füllung der Seitenventrikel und des dritten Ventrikels. In



Abb. 96.
Hydrocephalus occlusus infolge von Tuberkel des Kleinhirns.
Füllung durch Ventrikelpunktion. Passageverlegung durch Jodprobe erwiesen.

einem Falle von Tumor des Thalamus opticus mit völliger Verlegung des dritten Ventrikels konnte ich auf Grund des encephalographischen Bildes, in dem nach Luftzufuhr durch Ventrikelpunktion nur die Seitenventrikel gefüllt und erweitert erschienen, der dritte Ventrikel sich aber überhaupt nicht zeichnete, die klinisch nicht ganz sichere Diagnose wesentlich erhärten. Bei Verlegung eines Foramen Monroi kommt es zu einseitigem Hydrocephalus occlusus des entsprechenden Seitenventrikels, und gar nicht selten kommt es vor, daß bei Verlegung einer Cella media durch Druck eines seitlich, medial oder lateral, gelegenen

Tumors das abgesperrte Hinterhorn und Unterhorn bzw. Vorderhorn stark dilatiert werden.

Was die Behandlung des Hydrocephalus occlusus anlangt, so sehe ich hier von denjenigen Fällen ab, in welchen ein Tumor zugrunde liegt, der entweder radikal oder partiell entfernt werden kann; in Betracht kommen in erster Linie Tumoren der hinteren Schädelgrube, speziell Kleinhirntumoren, Tumoren der Rautengrube, Cysticercus innerhalb der Rautengrube u. a. Ich spreche hier vielmehr nur von den palliativen Methoden der Behandlung des Hydrocephalus occlusus. Ganz allgemein können wir als das Ziel dieser Methoden die Herstellung einer Kommunikation zwischen Ventrikelinnerem und Subarachnoidealraum bezeichnen. Die Methode der Wahl ist der Balkenstich. Allerdings führe ich denselben niemals in der originaliter angegebenen Weise aus, sondern ich mache auf der Höhe des Scheitels eine regelrechte Öffnung von etwa 6 cm Länge und 5 cm Breite, bilde einen Duralappen, der medialwärts zurückgeklappt wird, unterbinde alle Venen, welche in diesem Bereiche aus dem Gehirn in den Sinus longitudinalis einmünden, und dringe nun zwischen 2 Spateln, welche entlang der Falx und der medialen Fläche der Hemisphäre eingeführt werden, bis auf den Balken vor: unter Kontrolle des Auges durchbohre ich denselben in möglichst ausgiebiger Weise. In Fällen mit starker Erweiterung der Seitenventrikel habe ich auch mehrfach im Bereiche des rechten Stirnhirns ein etwa zweimarkstückgroßes Stück des Palliums bis in den Ventrikel hinein exzidiert: auf diese Weise erlangt man einen ausgezeichneten Einblick ins Ventrikelinnere. In einem Falle von Hydrocephalus occlusus, in dem eine Affektion der Gl. pinealis vermutet wurde, habe ich das Splenium corporis callosi gespalten, die Tela chorioidea des dritten Ventrikels freigelegt und in ihr ein Foramen angelegt. Schließlich habe ich mehrfach in Fällen von Obstruktion des Ventrikelsystems im Bereiche des Foramen Magendi und der Foramina Luschkae die obstruierende Membran freigelegt und reseziert. In einem Falle fand ich eine regelrechte prall gefüllte Cyste, welche teilweise innerhalb der Rautengrube gelegen war, teilweise nach außen unter dem Unterwurm des Kleinhirns hervorragte. Es handelte sich um eine cystische Bildung der den vierten Ventrikel kaudal abschließenden Membran: die Zyste nahm die Stelle des Foramen Magendi ein. In einem Falle von akut entstandenem posttraumatischen Hydrocephalus internus occlusus infolge von Obstruktion des Foramen Magendi, in welchem völlige Blindheit, furchtbare Kopfschmerzen, schwere Reizung des Atemzentrums mit Lähmung desselben abwechselnd bestand, konnte die Tela chorioidea des vierten Ventrikels nicht dargestellt werden, da bei jedem dahin-

gehenden Versuch sofort die Atmung für längere Zeit aussetzte. In diesem Falle wurde von Tietze der Wurm in der Mitte bis in den vierten Ventrikel gespalten; der Liquor flutete heraus und alle Erscheinungen gingen mit einem Schlage zurück.

Die zweite Form des Hydrocephalus ist der Hydrocephalus aresorptorius (vgl. Abb. 97); die Kommunikation zwischen Ventrikelinnerem und Subarachnoidealraum ist erhalten, aber der Liquor wird nicht resorbiert. Hier kommt es darauf an, eine Liquordrainage herzustellen. Zahlreiche Ableitungswege sind hierfür empfohlen worden, ins Blut, unter



Abb. 97.
Hydrocephalus congenitus aresorptorius.

die Haut, in die Muskulatur, ins Peritoneum. Die von Payr empfohlene Einführung einer Vene ins Innere des Ventrikels ist bei bestehender Kommunikation zwischen Ventrikelinnerem und Subarachnoidealraum unnötig. Mehrfach habe ich beim Hydrocephalus aresorptorius eine Kopfvene durch den Knochen und die Dura hindurch in den Subarachnoidealraum der Konvexität des Gehirns geleitet und nachweisen können, daß die Resorption des Liquors auf diesem Wege in Gang gebracht werden kann. Doch möchte ich die Methode, die technisch schwierig ist, nicht sonderlich empfehlen. Vielmehr halte ich beim

Hydrocephalus aresorptorius für die Methode der Wahl die Drainage des Liquors in die Nackenmuskulatur nach Anlegung einer etwa 5 Markstück-großen Apertur am hinteren Rande des Foramen magnum und Exzision eines etwa gleichgroßen Stückes der Dura und Eröffnung der Cisterna cerebello-medullaris. Am geeignetsten ist ein Medianschnitt. Ich habe in allen Fällen von Hydrocephalus aresorptorius, in denen ich auf diese Weise vorgegangen bin, nachweisen können, daß die Liquorresorption in Gang gekommen ist und in Gang blieb. In den Fällen, in welchen der Hirndruck sehr hoch ist, pflege ich die Knochen-



Abb. 98.
Hydrocephalus hypersecretorius congenitus.

apertur etwas umfangreicher zu machen, die Dura lappenförmig mit unterer Basis zu durchtrennen und die Cisterna cerebello-medullaris möglichst breit zu eröffnen. Die Dura wird nicht wieder vernäht, wohl aber die Muskulatur. Die Methode bezweckt zweierlei, eine Drainage des Liquors in die Muskulatur und eine palliative Dekompression.

Bei der dritten Form des Hydrocephalus ist sowohl die Kommunikation zwischen Ventrikelinnerem und Subarachnoidealraum erhalten, als auch die Liquorresorption normal, aber es besteht krankhaft gesteigerte Liquorproduktion (Hydrocephalus hypersecretorius) (vgl. Abb. 98). Die von Dandy logischerweise anempfohlene Resektion der Plexus

chorioidei, welche die Hauptbildner des Liquor cerebrospinalis sind, stellt für die Mehrzahl der Fälle einen nicht tragbaren Eingriff dar. Darum müssen wir uns vorerst mit einer der Drainagemethoden begnügen, jedoch scheitern diese vielfach daran, daß die durch die Operation geschaffene Ableitung mit der enormen Neubildung des Liquors nicht Schritt hält. Über die von Marburg empfohlene Röntgenbestrahlung der Plexus chorioidei, welche die Liquorproduktion eindämmen soll, habe ich keine genügende eigene Erfahrung, um ein Urteil abgeben zu können. Ein rationeller Weg, die Liquorproduktion zu vermindern, scheint mir in einer Beeinflussung der Hypophyse gegeben zu sein. Das Hypophysensekret wirkt auf die Liquorbildung im Sinne einer Steigerung desselben ein; es kommt also darauf an, eine Verminderung der Sekretionstätigkeit der Hypophyse zu erzielen. Dies kann durch energische Tiefenbestrahlung der Hypophyse erreicht werden. Eine Förderung der Tätigkeit der die Liquorbildung hemmenden Epiphyse könnte man, wenn die Erfahrungen, die bei anderen Drüsen mit innerer Sekretion gesammelt sind, auf die Zirbeldrüse übertragen werden dürfen, durch Implantation einer menschlichen unmittelbar post mortem entnommenen Ephiphyse in die Bauchmuskulatur wohl erreichen.

7. Kopfschmerz bei Encephalitis.

Sowohl bei der epidemischen Encephalitis, als auch bei den ätiologisch unklaren Fällen von nicht eitriger Encephalitis der Erwachsenen, als auch endlich bei der sogenannten Encephalitis des Kindesalters (der sogenannten cerebralen Kinderlähmung) gehört der Kopfschmerz zu den Initialsymptomen. Praktisch wichtig ist die Tatsache, daß sich nach dem Abklingen der akuten Infektion bei der Encephalitis epidemica gar nicht selten ein zerebrales Allgemeinsyndrom entwickelt, das in seinen einzelnen Zügen große Ähnlichkeit mit dem posttraumatischen zerebralen Allgemeinsyndrom aufweist. Kopfschmerzen, Kopfdruck, Schwindel, Ohrensausen, Flimmern vor den Augen, große Empfindlichkeit gegen Licht und Geräusche, Übelkeit, gelegentlich auch Brechen, großer Durst, Pulsanomalien, gelegentlich regelrechter Druckpuls, große vasomotorische Labilität, Herabsetzung der physischen und psychischen Leistungsfähigkeit, große Ermüdbarkeit, mangelnde Konzentrationsfähigkeit, große gemütliche Labilität mit meist stark hypochondrisch-depressiver Stimmung, schlechter Schlaf mit Neigung zu ängstlichen Träumen, sind in der Hauptsache die einzelnen Symptome des postencephalitischen cerebralen Allgemeinsyndroms. Dasselbe kommt ebenso wie die anderen postencephalitischen Syndrome, besonders der postencephalitische Parkinsonismus, die postencephalitischen Hyperkinesen, Tics usw., oder die

postencephalitische Epilepsie, manchmal erst spät zur Entwicklung, es kann mit den anderen Syndromen gepaart sein, aber auch ohne dieselben für sich allein bestehen. Ich habe Fälle beobachtet, in denen außer den oben genannten Symptomen auch Erscheinungen von Seiten des Augenhintergrundes bestanden, leichte, venöse Stase. Neuritis optica, aber auch ausgesprochene Stauungspapille. Die genaue Messung des Liquordruckes, die Prüfung der Liquorresorption und der Liquorpassage haben gelehrt, daß diesem postencephalitischen cerebralen Allgemein-



Abb 99a.
Postencephalitische Arachnitis, Hydrocephalus occlusus.
Nichtfüllung der Ventrikel bei lumbaler Luftzufuhr.

syndrom in der Hauptsache eine Meningitis serosa bzw. Arachnitis serofibrosa adhaesiva cystica zugrunde liegt, die in einer oft beträchtlichen Erhöhung des Liquordruckes, sehr verzögerter Jodresorption, relativer oder absoluter Verlegung der Kommunikation zwischen Ventrikelinnerm und Subarachnoidealraum zum Ausdruck kommt (vgl. Abb. 99—100). In zahlreichen Fällen habe ich mit endolumbalen Injektionen von Jodnatrium sehr günstige Erfolge erzielt, in anderen war die Liquordrainage in die Nackenmuskulatur geboten und wirksam, in zwei Fällen mußte die Tela chorioidea des vierten Ventrikels freigelegt und, da das

Foramen Magendi völlig obliteriert war, mußte sie durchbohrt werden. Bei Verlegung der Kommunikation zwischen Ventrikelsystem und Subarachnoidealraum kann unter Umständen auch der Balkenstich indiziert sein; ich habe ihn aber beim postencephalitischen Kopfschmerz bisher noch nicht angewandt. Es ist sehr wohl möglich, daß an dem Zustandekommen dieses postencephalitischen cerebralen Allgemeinsyndroms außer den meningealen Veränderungen auch noch andere Prozesse,



Abb. 99 b.
Postencephalitische Arachnitis serosa. Hydrocephalus occlusus.
Füllung der Ventrikel durch Ventrikelpunktion.

Gefäßprozesse und Prozesse am Gehirngewebe selbst mitbeteiligt sind, anderer seits spielt sicher in manchen Fällen auch die psychische Komponente eine beträchtliche Rolle. Die hypochondrisch-depressive Gemütslage dieser Kranken, deren Aufmerksamkeit vielfach den Beschwerden zugewandt ist, steigert die Beschwerden mehr oder weniger.

Daß bei der sogenannten Encephalitis des Kindesalters, der cerebralen Kinderlähmung der Kopfschmerz ein wesentliches Initialsymptom darstellt, ist bereits oben hervorgehoben worden. Mit dem Abklingen der Initialerscheinungen schwindet aber auch der Kopfschmerz fast stets. Doch



Abb. 100a.

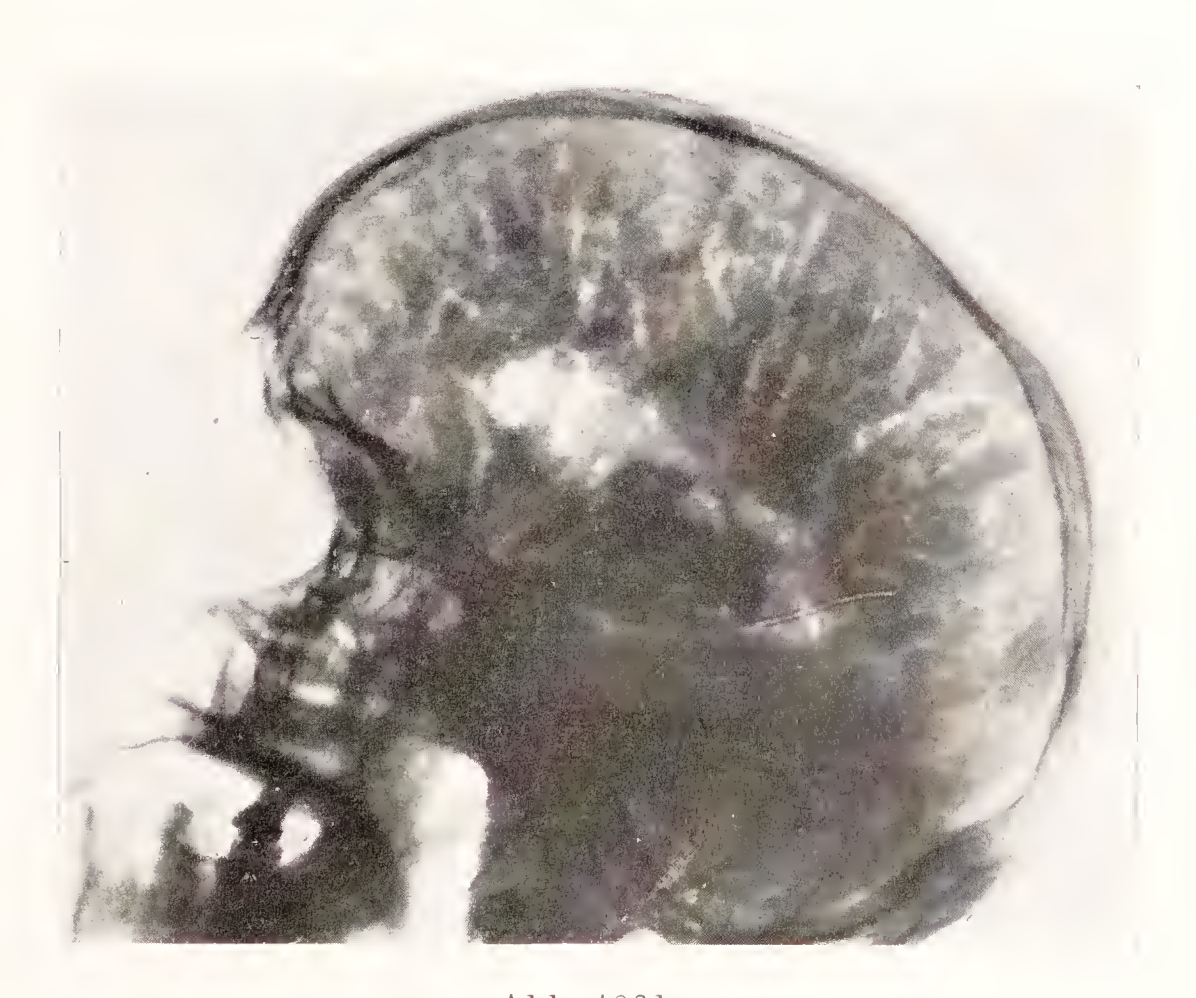


Abb. 100b.
Postencephalitische Arachnitis serosa. Hydrocephalus hypersecretorius. Druck 300. Liquorresorption normal, keine Occlusion der Ventrikel.

können bekanntlich die Residuärprozesse bei der cerebralen Kinderlähmung manchmal früher oder später wieder neben lokalen Symptomen auch cerebrale Allgemeinerscheinungen hervorrufen, besonders gilt dies für die Gehirncysten, die Porencephalie, die Cysten in den Gehirnhäuten und für die konsekutive progressive Meningitis und Arachnitis serofibrosa cystica adhaesiva, die zu Störungen der Liquorproduktion, Liquorzirkulation und Liquorresorption, zu Erhöhung des Liquordruckes, zu absolutem oder relativem Hydrocephalus internus occlusus, Hydrocephalus aresorptivus und Hydrocephalus hypersecretorius führen kann. In solchen Fällen ist ein operatives Vorgehen angezeigt, die Cysten müssen entleert und abgetragen werden, bei der Porencephalie trage ich die meningeale Membran, welche die Wand des Ventrikeldivertikels bildet, in ihrer gesamten Ausdehnung ab und erlange so einen umfassenden Einblick in das Ventrikelinnere. Bei bestehendem Hydrocephalus occlusus kommt eine der früher bezeichneten operativen Methoden zur Herstellung einer Kommunikation zwischen dem Ventrikelinneren und dem Subarachnoidealraum in Betracht, beim Hydrocephalus aresorptivus und hypersecretorius ist die Liquordrainage in die Nackenmuskulatur meines Erachtens das geeignetste Verfahren.

Die nicht eitrige Encephalitis der Erwachsenen ist meines Erachtens relativ selten Gegenstand der operativen Behandlung. Einige Male war ich bei stark erhöhtem Hirndruck gezwungen, eine palliative Dekompression (subtemporale Ventilbildung) vorzunehmen, um die wachsende Stauungspapille und die furchtbaren Kopfschmerzen zu bekämpfen. Der Erfolg war ein ausgezeichneter.

8. Kopfschmerz bei syphilitischen Erkrankungen des Gehirns und seiner Häute.

Ich sehe hier ab von dem bekannten heftigen Kopfschmerz bei syphilitischer Periostitis, der bekanntlich auch ohne Beteiligung der Gehirnhäute und des Gehirns von besonderer Heftigkeit ist und ein typisches Beispiel von Irradiationskopfschmerz bei Einwirkung einer irritativen Noxe auf die äußeren Teile des Kopfes darstellt. Ebenso bekannt sind aber auch die Kopfschmerzen bei den syphilitischen Erkrankungen der Hirnhäute und des Gehirns selbst. Die oft furchtbaren Kopfschmerzen in der Sekundärperiode der Syphilis beruhen wohl durchweg auf einer frühzeitigen Beteiligung der Meningen. Die in späteren Stadien der Syphilis auftretende syphilitische Leptomeningitis, Pachymeningitis syphilitica, die Pachymeningitis haemorrhagica auf syphilitischer Basis, die Meningoencephalitis syphilitica, das Gehirngumma sind bekanntlich oft mit unerträglichen Kopfschmerzen gepaart.

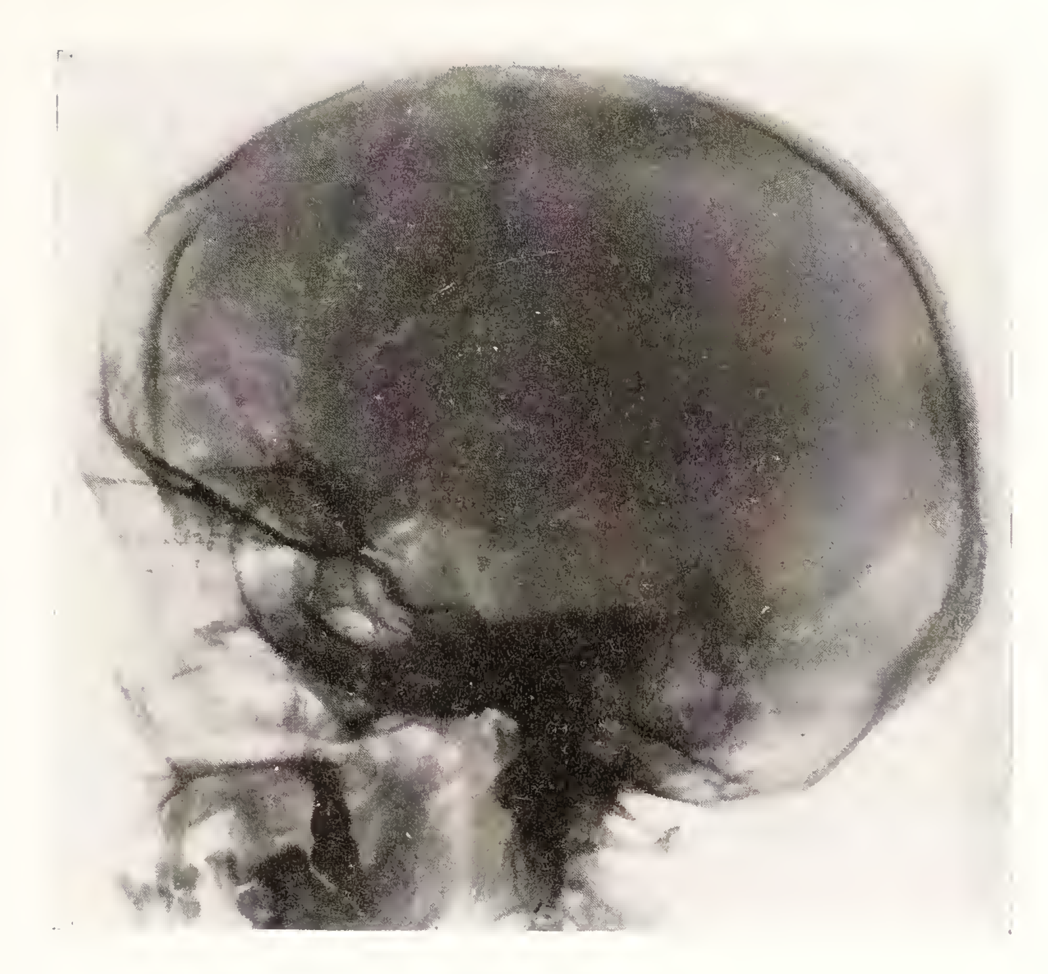


Abb. 101 a.

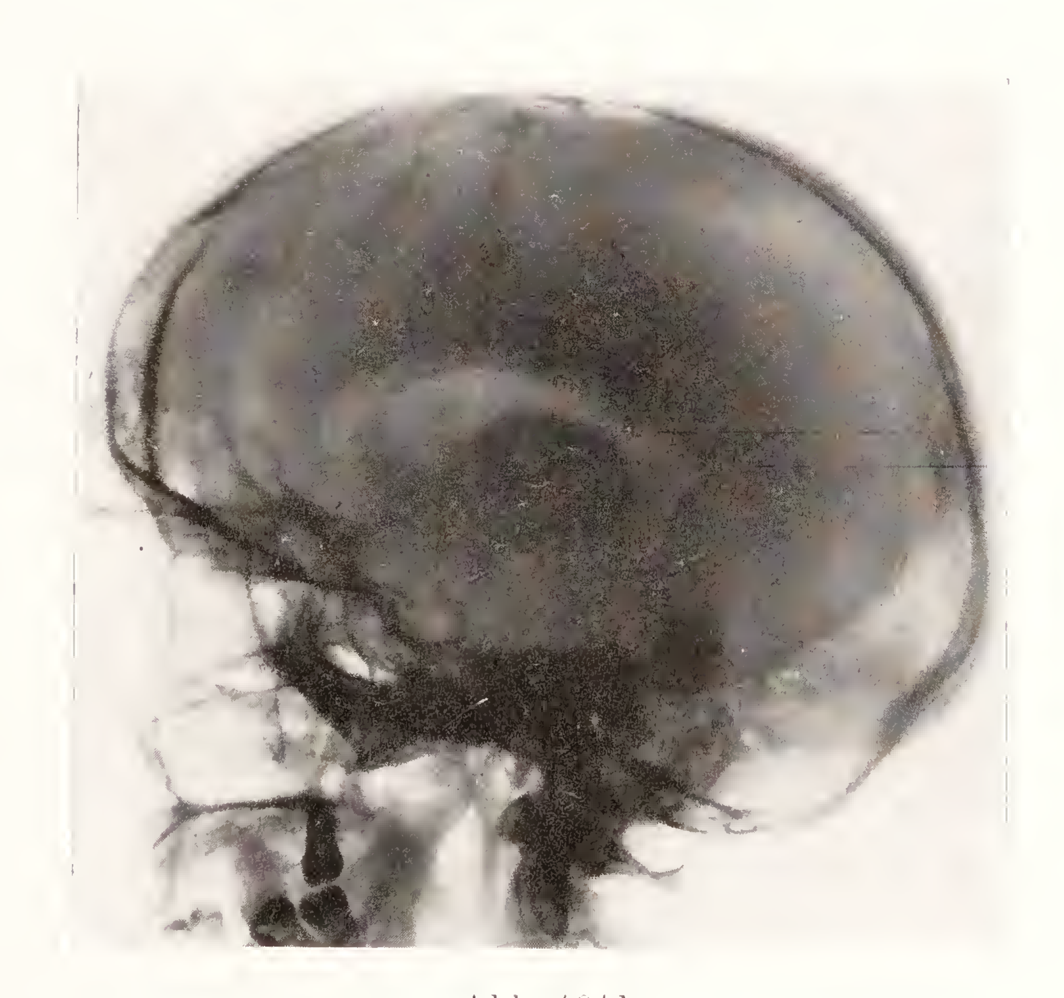


Abb. 101 b.
Syphilitischer Hydrocephalus occlusus, 101 a Nichtfüllung der Ventrikel bei lumbaler Luftzufuhr, 101 b Füllung der Ventrikel durch Ventrikelpunktion.

Der Eigenartigkeit des Kopfschmerzes bei der Endarteriitis syphilitica der Hirngefäße ist schon in den einleitenden Ausführungen dieses Kapitels Erwähnung geschehen; er ist nicht selten ein halbseitiger typischer Gefäßkopfschmerz, der der Hemicranie auffallend gleicht und

der Tage, ja Wochen lang der eigentlichen Gefäßobliteration vorangehen kann. Natürlich kann bei der syphilitischen Endarteriitis auch eine Beteiligung der Meningen am Krankheitsprozeß vorliegen und der Kopfschmerz teilweise oder gar vorzugsweise auf diese zu beziehen sein. Aber es gibt auch zahlreiche Fälle, in denen von einer Meningealinfektion nichts nachzuweisen ist und der Gefäßprozeß für sich allein besteht. Eine weitere Quelle des Kopfschmerzes ist bei den syphilitischen Erkrankungen des Gehirns in Störungen der Liquorproduktion, Liquorzirkulation und Liquorresorption zu erblicken; Erhöhung des Liquordruckes, Hydrocephalus hypersecretorius und aresorptivus sind häufige Begleiterscheinungen der Gehirnsyphilis: aber auch relativer und absoluter Hydrocephalus occlusus (vgl. Abb. 101) kommt öfter dabei vor, als man früher vor der Ära der modernen Methoden der Liquordiagnostik gewußt hat. An diesen Störungen ist teils wohl die echte spezifische syphilitische Meningitis selbst, teils aber auch eine konkomitierende und konsekutive chronisch progressive Arachnitis serofibrosa adhaesiva cystica Schuld. Letztere gibt manchmal auch zur Bildung kleinerer oder größerer meningealen Cysten auf der Konvexität oder an der Hirnbasis Anlaß, die neben Kopfschmerzen und anderen cerebralen Allgemeinsymptomen je nach dem Sitze auch die verschiedenartigsten Herdsymptome erzeugen.

Ich erinnere in diesem Zusammenhang auch daran, daß der kongenitale Hydrocephalus hypersecretorius, aresorptivus und occlusus häufig auf dem Boden einer Lues congenita entsteht. Schließlich ist noch der Kopfschmerzen bei der parenchymatösen Nervensyphilis, der Tabes und der progressiven Paralyse zu gedenken. Die manchmal sehr heftigen Kopfschmerzen bei der Tabes sind wohl stets auf eine konkomitierende cerebrale Meningitis zu beziehen. Auch im Verlaufe der Paralyse kommen heftige episodische Kopfschmerzen vor.

Eine operative Behandlung kommt bei der größten Mehrzahl der syphilitischen Hirnerkrankungen nicht in Betracht. Gelegentlich kann aber eine schwielige Duranarbe gerade wegen permanenter, gegen die spezifische Behandlung refraktärer Kopfschmerzen, ein auf dem Boden der Pachymeningitis haemorrhagica syphilitica entstandenes größeres intradurales Hämatom, eine meningeale Cyste Gegenstand der operativen Therapie werden. Vor allem aber erheischen die Störungen der Liquorproduktion, Liquorresorption und Liquorzirkulation manchmal eine chirurgische Intervention, die der jeweiligen Form des Hydrocephalus anzupassen ist. Auf Einzelheiten braucht hier nicht nochmals eingegangen zu werden.

9. Kopfschmerz bei Gehirnarteriosklerose und anderen Zirkulationsstörungen.

Die Arteriosklerose des Gehirns ist oft von heftigen Kopfschmerzen begleitet, in anderen Fällen fehlen dieselben ganz. Die näheren Bedingungen, unter denen sie auftreten oder fehlen, sind bisher noch nicht klargestellt. Bei vielen Fällen von Gehirnarteriosklerose, die mit Kopfschmerzen einhergingen, konnte ich eine Erhöhung des Liquordrucks nachweisen und nicht selten auch durch die Lumbalpunktion die Kopfschmerzen auf einige Zeit zum Schwinden bringen. Die Meningen sind ja bei der Hirnarteriosklerose sehr oft in Form einer chronischen Leptomeningitis und Arachnitis mitbeteiligt. Es kann zur Bildung regelrechter meningealer Cysten kommen. In manchen Fällen hat der arteriosklerotische Kopfschmerz durchaus den Charakter des Gefäßschmerzes. Besonders in der sogenannten präsklerotischen Phase der Krankheit kann er das typische Gepräge der Migräne haben. Aber auch der einer arteriosklerotischen thrombotischen Gefäßobliteration manchmal Tage, Wochen, ja Monate lang vorausgehende Kopfschmerz stellt offenbar einen typischen Gefäßschmerz dar. Gegenstand der operativen Behandlung ist der arteriosklerotische Kopfschmerz so gut wie niemals. Nur muß ich erwähnen, daß ich dreimal in Fällen von sogenanntem arteriosklerotischen Pseudotumor cerebri, die klinisch für echte Tumoren angesehen wurden, operiert habe. Es bestanden in allen drei Fällen Zeichen erhöhten Hirndrucks, furchtbare Kopfschmerzen, Schwindel, zeitweilig Erbrechen, progrediente Neuritis optica bzw. Stauungspapille und psychische Störungen, Desorientierung, Konfabulationstendenz, teilweise Witzelsucht, ferner schwere Störungen der Merkfähigkeit, erschwerte Auffassung, zeitweilige Zustände von Benommenheit, ferner, im Gegensatz zu dem oft bei den arteriosklerotischen Hirnerkrankungen vorhandenen starken Krankheitsgefühl, ein völliges Fehlen des Krankheitsbewußtseins. Bestimmte Herdsymptome wiesen in 2 Fällen auf den oberen Scheitellappen, in einem Falle auf den Temporallappen. In allen 3 Fällen wurde kein Tumor gefunden: ich mußte mich mit der einfachen palliativen Dekompression begnügen. Die Autopsie hat in diesen 3 Fällen eine typische Arteriosklerose des Gehirns aufgedeckt.

Die Gehirnembolie geht manchmal mit einem im Augenblick der Absperrung der Zirkulation einsetzenden heftigen halbseitigen Gefäßkopfschmerz einher. In anderen Fällen fehlt dieser Schmerz ganz. In einem von mir beobachteten Falle von Endocarditis kam es zu einer metastatischen Wanderkrankung eines Astes der Arteria fossae Sylvii, zu allmählicher Berstung der Wand und zur Bildung eines Aneurysma

spurium in der rechten Fossa Sylvii. Dasselbe reichte nach oben zu bis an das Operculum centrale, dasselbe zum Teil noch überlagernd. Klinisch äußerte es sich in typischen Jackson'schen Anfällen im Gebiete des Larynx, des Pharynx, des Velum palatinum, des Kiefers, der Zunge und des Facialis und in interparoxysmaler Lähmung des linken Velum palatinum, des M. pterygoideus externus dexter und der linken Zungenhälfte. Von Allgemeinsymptomen bestand starker Kopfschmerz, Neuritis optica dextra, erhöhter Liquordruck: der Liquor war frei von Blut und Blutderivaten. Interveniert habe ich wegen der anhaltenden schweren epileptischen Anfälle. Nach Eröffnung der Dura stieß ich auf den aneurysmatischen Sack, dessen Wandung von verdickter Arachnoidea gebildet wurde. Das Aneurysma pulsierte lebhaft. Eine radikale Entfernung hielt ich für zu gewagt, ich habe mich mit der palliativen Dekompression begnügt. Die Anfälle, die sich noch während der Operation ständig wiederholten, hörten mit der Eröffnung der Dura wie mit einem Schlage auf und sind auch in der Folge nie wiedergekehrt. Auch die Lähmungserscheinungen gingen ebenso wie die cerebralen Allgemeinerscheinungen völlig zurück. Der Fall kam einige Jahre später infolge des Fortschreitens der Endocarditis, von der aus sich noch ein großes Aneurysma der Art. glutaea superior gebildet hatte, zum Exitus. Im Gehirn war in der Gegend des Operculum centrale und frontale und in den anstoßenden Bezirken der Fossa Sylvii die Pia und Arachnoidea rostbraun verfärbt, es bestand ein kleiner Erweichungsherd im Fuß der dritten Stirnwindung und der zu diesem hinziehende Ast der Arteria fossae Sylvii war völlig obliteriert. Das Aneurysma war also zur völligen Aufsaugung gelangt, nachdem das Gefäß, dessen Ruptur zu seiner Bildung Anlaß gegeben hatte, völlig obliteriert war.

In einem anderen von mir beobachteten Falle von Aneurysma spurium einer Carotis interna umgab dasselbe das ganze Chiasma und die anstoßenden Teile beider Sehnerven und der Tractus optici. Der Fall war durch eine apoplektisch einsetzende totale Erblindung beider Augen, der nach etwa 12 Tagen eine Opticusatrophie folgte, charakterisiert: gleichzeitig bestanden wahnsinnige Kopfschmerzen, die der Erblindung bereits mehrere Wochen vorausgegangen waren. Der Fall kam später zur Autopsie, welche die Anwesenheit des über haselnußgroßen Aneurysmas aufwies. Auch hier waren im Liquor keine Zeichen einer subarachnoidealen Blutung festgestellt worden.

Das Aneurysma racemosum arteriosum geht auch häufig mit Kopfschmerzen einher, die in einem von mir beobachteten Falle durch deutliche Exazerbationen bei jedem Pulsschlag ausgezeichnet waren.

Daß das Aneurysma racemosum arteriosum Gegenstand der operativen Behandlung sein kann, bedarf keiner besonderen Erwähnung.

Zu den arteriellen Zirkulationsstörungen, welche heftige Kopfschmerzen verursachen, gehört auch die Migräne. Ihre Behandlung ist bereits in einem früheren Kapitel besprochen worden.

Ferner spielen in der Genese des Kopfschmerzes einerseits angiospastische Zustände, andererseits arterielle Hyperämie der Hirngefäße, die in extracerebralen Erkrankungen oder Zustandsänderungen des Organismus begründet sind und teils reflektorisch, teils durch endokrine Störungen, teils durch Stoffwechselstörungen und Autointoxikationen, teils durch exogene Gifte bedingt sind, eine beträchtliche Rolle. Eine operative Intervention am Gehirn kommt bei ihnen aber nicht in Betracht. Nur möchte ich erwähnen, daß man beim urämischen Kopfschmerz bisweilen mit ausgiebiger Lumbalpunktion einen geradezu überraschenden unmittelbaren Erfolg erzielt, wobei wohl teils die Entfernung der im Liquor enthaltenen und auf die Schmerzrezeptoren des Gehirns direkt einwirkenden Gifte, teils die Herabsetzung des in solchen Fällen sehr stark erhöhten Liquordrucks die Ursachen bilden. Ähnliche günstige Wirkungen erzielt man manchmal mit der Lumbalpunktion beim einfachen Hypertensionskopfschmerz.

Die venösen Zirkulationsstörungen führen ebenfalls zum Kopfschmerz. Die Sinusthrombosen sind ja bekanntlich durch einen besonders tiefen dumpfen oder bohrenden Kopfschmerz ausgezeichnet. Jede venöse Stase innerhalb der Gehirnvenen vermehrt sehr leicht einen an sich anderweitig bedingten Kopfschmerz. Davon kann man sich leicht durch Kompression der Venae jugulares beim Gehirntumor oder anderen mit Kopfschmerzen einhergehenden Gehirnerkrankungen überzeugen. In manchen Fällen, die mich wegen heftiger Kopfschmerzen aufsuchten, konnte ich feststellen, daß die wesentliche Quelle der Beschwerden darin gelegen war, daß ein zu enger Kragen getragen wurde. Ebendahin gehört der Kopfschmerz in manchen Fällen von Struma. Allerdings setzt das Auftreten von Kopfschmerzen bei einfacher Behinderung des venösen Blutabflusses vom Cerebrum einen besonders hohen Grad von Erregbarkeit des Schmerzsystems voraus, wie er z. B. bei Neurasthenikern und Neuropathen besteht. Auf venöser Stase im Gehirn beruht in erster Linie auch der Kopfschmerz bei Herzkrankheiten, die mit allgemeiner venöser Stauung einhergehen. Ferner ist zu beachten, daß an dem Zustandekommen der Kopfschmerzen beim Gehirntumor, beim Hydrocephalus und anderen mit hohem Druck einhergehenden Gehirnkrankheiten, bei denen, wie jede Biopsie lehrt, die venösen Blutleiter oft ad maximum abgeplattet sind, die venöse Stase mitbeteiligt ist.

Payr legt speziellen Wert auf die Stauung der Vena magna Galeni und hat zur Beseitigung derselben die Falciotomie vorgeschlagen. Sonst aber sind, abgesehen von den Fällen von nicht eitriger und eitriger Thrombose des Sinus sigmoideus, die meist otogenen Ursprungs sind, und welche einer Radikaloperation zugänglich sind, und abgesehen von der Thrombose des Sinus cavernosus, Sinus longitudinalis, beider Sinus transversi, bei denen eine palliative Entlastung unter Umständen in Betracht kommt, die meist auf primärer venöser Stase beruhenden Kopfschmerzen wohl niemals Gegenstand der operativen Behandlung.

Im Anschluß an die venösen Zirkulationsstörungen sei noch das Aneurysma racemosum venosum erwähnt. Es besteht aus zahlreichen sehr verdickten geschlängelten, zum Teil varikös erweiterten, miteinander mannigfach kommunizierenden Venen, die ein regelrechtes Konvolut auf der Gehirnoberfläche bilden. Ich habe mehrere derartige Fälle, die mit schwerer Jackson'scher Epilepsie einhergingen. operiert und die Venenkonvolute, so gut es ging, abgebunden und abgetragen. In einem Falle habe ich, da das Venenkonvolut nahe am Sinus longitudinalis saß, den Sinus doppelt, vor und hinter dem Bereiche des Aneurysma racemosum venosum unterbunden, worauf das ganze venöse Gebilde kollabierte, ein Beweis, daß es vom Sinus und nicht vom Gehirn her mit Blut gespeist wurde. In allen von mir bioptisch festgestellten Fällen von Aneur. racemosum bestanden heftige Kopfschmerzen von ausgesprochen periodischem Charakter, stets mehrere Tage anhaltend, um dann für Wochen zu verschwinden.

10. Kopfschmerz bei Meningitis.

Der Umstand, daß die Schmerzrezeptoren, deren Erregung dem Kopfschmerz zugrunde liegt, in erster Linie in den Meningen zu suchen sind. macht es begreiflich, daß so viele Meningealaffektionen mit mehr oder weniger heftigen Kopfschmerzen einhergehen.

Zunächst ist hier der sogenannte Meningismus zu erwähnen, der bei den verschiedensten akuten fieberhaften Infektionskrankheiten auftritt, ein Syndrom, das symptomatologisch der Meningitis mehr oder weniger vollkommen gleicht, aber nicht auf einer Einwanderung der Krankheitserreger selbst in die Meningen beruht, und infolgedessen meist rasch reversibel ist. Der Kopfschmerz ist einer der hervorstechendsten Teilerscheinungen des Meningismus. Wahrscheinlich beruht der Meningismus auf einer unmittelbaren Einwirkung von Toxinen auf die Meningen, insbesondere auf einer durch diese und durch das Fieber bewirkten Hyperämie derselben. Der Meningismus geht mit einer

Steigerung der Liquorproduktion einher, weshalb der Liquordruck erhöht ist. Lumbalpunktionen wirken daher fast stets sehr günstig.

Sodann möchte ich hier den von mir so benannten meningo-cerebellaren Symptomenkomplex erwähnen, den ich besonders bei Kindern im Anschluß an überstandene Infektionskrankheiten (Morbillen, Scharlach, Bronchitiden, Bronchopneumonie usw.) nicht selten beobachtet habe. Er ist charakterisiert durch ausgesprochene meningeale Symptome und ein gleichzeitig vorhandenes typisches Cerebellarsyndrom. Der Liquor steht unter erhöhtem Druck, weist aber keine qualitativen Veränderungen auf. Der Prozeß ist trotz des ernsten Eindruckes, den das klinische Bild hervorruft, vollkommen reversibel. Unterstützt wird die Heilung durch wiederholte Lumbalpunktionen. Offenbar liegt auch diesem Syndrom ebenso wie dem Meningismus eine Intoxikation der Meningen und des Kleinhirns zugrunde.

Alle akuten infektiösen Meningitiden gehen mit starken Kopfschmerzen einher, die epidemische Cerebrospinalmeningitis, die Pneumokokkenmeningitis, die Staphylokokken- und Streptokokkenmeningitis, einerlei ob otogenen, rhinogenen, traumatischen oder anderen Ursprungs, die Typhusmeningitis, die Meningitis des Fleckfiebers, die Pertussismeningitis, die Colimeningitis u. a. Operative Eingriffe sind im allgemeinen nur bei der traumatischen und der otogenen bzw. rhinogenen eitrigen Meningitis am Platze. Von der Behandlung der ersteren ist bereits in dem Abschnitte über die traumatischen Erkrankungen des Gehirns und seiner Häute die Rede gewesen.

Die eitrige otogene Meningitis läßt zwei prognostisch verschiedenwertige Formen unterscheiden: bei beiden ist der Liquor getrübt, und enthält zahlreiche Leukocyten, der Eiweißgehalt ist vermehrt; aber bei der einen ist er bakteriell steril, bei der anderen nicht: erstere kann nach Ausschaltung des Eiterherdes in der Paukenhöhle und dem Proc. mastoideus von selbst, besonders unter Zuhilfenahme wiederholter Lumbal- oder Suboccipitalpunktionen vollkommen ausheilen, bei letzterer sind die Chancen der Heilung viel geringer. Immerhin werden immer wieder Fälle beschrieben, in denen durch radikale Entfernung des otitischen Eiterherdes, durch Spaltung der Dura, und Drainage des Exsudates die Meningitis zur Ausheilung gebracht worden ist. Solche Fälle werden aber vorerst noch immer eine rara avis bilden.

Eine häufige Quelle des Kopfschmerzes bilden die chronischen Leptomeningitiden und Arachnitiden, die sich an eine überstandene akute infektiöse Meningitis anschließen (vgl. Abb. 102). Diese konsekutive Meningitis serosa oder Arachnitis sero-fibrosa cystica adhaesiva

stellt einen chronisch progressiven Krankheitsprozeß dar, der nicht selten erst mehr oder weniger lange Zeit nach der überstandenen Infektion in die Erscheinung treten kann. Der Prozeß geht mit Steigerung des Liquordrucks, Störungen der Liquorsekretion, Liquorzirkulation und Liquorresorption einher: er bildet eine häufige Ursache der verschiedenen Formen des Hydrocephalus (Hydr. occlusus, aresorptorius und hyper-



Abb. 102.
Postmeningitischer Hydrocephalus occlusus. Füllung der Ventrikel durch Ventrikelpunktion, Nichtfüllung durch lumbale Luftzufuhr.

secretorius). Gar nicht selten ist der Kopfschmerz das einzig greifbare oder das hervorstechendste Symptom der konsekutiven Meningitis serosa und erst allmählich gesellen sich andere cerebrale Allgemeinsymptome hinzu. Aber es kommt auch häufig zur Ausbildung herdförmiger Prozesse, die je nach dem Sitze zu den verschiedensten Symptomen und Symptomkombinationen Anlaß geben können. Bekannt ist die Cystenbildung in der Gegend des Kleinhirnbrückenwinkels, welche das Bild des Kleinhirnbrückenwinkeltumors vortäuschen kann. Der konsekutiven postencephalitischen Meningitis serosa ist bereits ausführlich gedacht worden. Die konsekutive Meningitis serosa entsteht nicht selten auch im Anschluß an eitrige Mittelohrprozesse, an eitrige oder entzündliche Erkrankungen der Nebenhöhlen der Nase, des Sinus frontalis. der Keilbeinhöhle und

der Siebbeinhöhle, ohne daß eine eitrige Meningitis vorausgegangen ist (vgl. Abb. 103). Ja gar nicht selten bleibt der Nebenhöhlenprozeß ganz latent und wird nur durch eine minutiöse Prüfung, wobei die Röntgendiagnostik eine große Rolle spielt, erst aufgedeckt. Der Kopfschmerz ist oft lange Zeit das einzige greifbare klinische Symptom dieser Meningitis serosa infolge von Ohr- oder Nebenhöhlenprozessen. Die otogene Meningitis serosa ist meist durch starke Hinterkopfschmerzen charakterisiert, bei der von den Nebenhöhlen der Nase



Abb. 103.
Meningitis serosa consecutiva ex Sinusoitide ethmoidali. Hydrocephalus occlusus. Kopfschmerzen, Stauungspapille.

ausgehenden Meningitis serosa überwiegt der Stirnkopfschmerz. Nicht selten bleibt die im Anschluß an Ohrleiden oder Nebenhöhlenaffektionen entstandene Meningitis serosa auch nach Abheilen des Grundleidens bestehen und kann dann zu operativer Intervention Anlaß geben.

Ferner kommt die Meningitis sero-fibrosa als konkomitierender Prozeß bei den verschiedensten Hirnkrankheiten vor, beim Tumor, bei der Syphilis des Gehirns, bei der Arteriosklerose u. a. Bei zahlreichen kongenitalen oder in früher Kindheit entstandenen

Gehirnprozessen stellt sie einen sehr häufigen Befund dar. Bei der der genuinen Epilepsie zugrunde liegenden Gehirnerkrankung spielt sie zweifellos, wie neuere Untersuchungen beweisen, eine recht wichtige Rolle. Wenn auch diese konkomitierende Meningitis serosa bzw. Arachnitis sero-fibrosa cystica adhaesiva bei allen diesen Gehirnerkrankungen gleichsam nur einen mehr oder weniger wichtigen Nebenbefund bildet, hat sie doch vielfach gerade für die Entstehung des Kopfschmerzes eine große Bedeutung. Ferner entsteht eine chronische Leptomeningitis und Arachnitis nicht selten auf dem Boden chronischer Intoxikationen, unter denen der Alkoholismus die größte Rolle spielt. In



Abb. 104.
Meningitis serosa idiopathica mit starken Kopfschmerzen und ausgesprochenem Menière'schen Syndrom. Hydrocephalus aresorptorius.

diesem Zusammenhange sei auch die Pachymeningitis haemorrhagica interna der Alkoholisten erwähnt.

Schließlich gibt es Fälle von Meningitis serosa bzw. Arachnitis sero-fibrosa adhaesiva cystica, in denen irgendeiner der genannten ätiologischen Faktoren nicht nachweisbar ist und die wir, in Unkenntnis der wahren Ursache des Leidens, als idiopathische Meningitis serosa bezeichnen (vgl. Abb. 104). Auch bei ihr kann der Kopfschmerz für längere Zeit das einzige oder hervorstechendste klinische Symptom bilden.

Eine besondere operative Behandlung erheischt die Meningitis serosa da, wo dieselbe als selbständiger Prozeß besteht, also vornehmlich die konsekutive und die idiopathische Meningitis serosa. Die bei Mittelohr-

eiterungen und Affektionen der Nebenhöhlen der Nase auftretende Meningitis serosa geht meist mit der Beseitigung des Grundleidens zurück, kann aber, wie schon bemerkt, trotzdem auch fortbestehen. Die Art des operativen Vorgehens ist der Eigenart des einzelnen Falles genau anzupassen. Da, wo der Prozeß vorwiegend lokalisiert ist und ausgesprochene Herdsymptome erzeugt, ist an dieser Stelle einzugehen und der Krankheitsprozeß so gut wie möglich zu beseitigen, Cysten sind zu eröffnen und zu exstirpieren, Verwachsungen zu lösen, Membranen abzutragen. Außerdem wird man aber für eine Dauerdrainage des Liquors Sorge tragen müssen, die am besten durch die suboccipitale Ventilbildung über der Cisterna cerebello-medullaris und der Ableitung des Liquors in die Nackenmuskulatur erzielt wird. Diese letztere Methode kommt auch für alle die Fälle von Meningitis serosa in Betracht, in welchen im wesentlichen nur allgemeine Hirndrucksymptome bestehen und diese auf eine Lahmlegung oder Verzögerung der Liquorresorption oder eine gesteigerte Liquorproduktion zurückzuführen sind. Bei Verlegung der Kommunikationswege zwischen Ventrikelinnerem und Subarachnoidealraum ist der Balkenstich oder die Eröffnung des vierten Ventrikels an der Tela chorioidea desselben indiziert, letztere dann, wenn der Hydrocephalus occlusus auf eine Verklebung des Foramen Magendi und der Foramina Luschkae zurückzuführen ist. Die Eröffnung der Abschlußmembran des 4. Ventrikels bietet den großen Vorteil, daß gleichzeitig die Drainage des Liquors in die Nackenmuskulatur erfolgt. Letztere ist in allen mit Hydrocephalus occlusus einhergehenden Fällen von Meningitis serosa, in denen außer der Verlegung der Kommunikationswege zwischen Ventrikelinnerem und Subarachnoidealraum auch eine Störung der Liquorresorption vorliegt, neben der Herstellung einer Verbindung zwischen Ventrikelinnerem und Subarachnoidealraum unbedingt erforderlich.

Es erübrigt noch die tuberkulöse Meningitis zu besprechen. Wir unterscheiden eine akute tuberkulöse Meningitis, eine subakute protrahierte und nicht selten schubförmig verlaufende tuberkulöse Meningitis und die chronische tuberkulöse Meningitis. Bei der akuten tuberkulösen Meningitis kommen operative Eingriffe nicht in Betracht. Die subakute tuberkulöse Meningitis bereitet gelegentlich der Diagnose beträchtliche Schwierigkeiten, weil Fieber bei ihr fehlen kann oder nur gelegentlich auftritt und weil neben den cerebralen Allgemeinerscheinungen Herdsymptome das Bild beherrschen können und die Veränderungen des Liquors sehr geringfügig und ganz unspezifisch sein können. Ich kenne Fälle, in denen die Krankheit mit Kopfschmerzen begann, die wochen- und monatelang das einzige Symptom bildeten. Ich habe

mehrere solcher Fälle von protrahierter tuberkulöser Meningitis unter der Verdachtsdiagnose eines Tumors oder eines anderen raumbeengenden Hirnprozesses operiert und bei der Biopsie die tuberkulöse Meningitis festgestellt, die sich dann auch durch den weiteren klinischen Verlauf und das schließliche Obduktionsergebnis bestätigte.

Die chronische tuberkulöse Meningitis ist entweder umschrieben oder diffus. Im ersteren Falle ruft sie Herdsymptome hervor (Jackson'sche Epilepsie, corticale Lähmungen, corticale Sensibilitätsstörungen, Ataxie, aphasische Störungen, Hirnnervensymptome) verbunden mit cerebralen Allgemeinerscheinungen, Kopfschmerzen, Übelkeit, Brechen, Schwindel, Augenflimmern, Ohrensausen, Neuritis optica oder Stauungspapille. Die cerebralen Allgemeinerscheinungen können mit Ausnahme des stets vorhandenen heftigen Kopfschmerzes auch fehlen oder nur andeutungsweise vorhanden sein. Der Liquor steht stets unter starkem Druck, zeigte aber in allen von mir beobachteten Fällen qualitativ normale Beschaffenheit, insbesondere keine Tuberkelbazillen, keine Zellvermehrung und keine Eiweißvermehrung. Die Entwicklung des Leidens ist exquisit chronisch. Fieber besteht nicht. In den Fällen, in denen ich operativ an der Stelle des Herdes interveniert habe, fanden sich auf der Hirnoberfläche zahlreiche miliare Knötchen und in deren Umgebung ein ausgesprochen sulziges meningeales Exsudat, das in zahlreichen Blasen und Kammern der Pia und Arachnoidea eingeschlossen war. Die histologische Untersuchung der exzidierten Knötchen erwies die tuberkulöse Natur des Prozesses zur Evidenz. In anderen Fällen, in denen makroskopisch genau das gleiche Bild vorlag, ergab die histologische Untersuchung der exzidierten Knötchen und Plaques keinen Anhaltspunkt für Tuberkulose, sondern zeigte das Bild der einfachen chronischen fibrösen Schwielenbildung mit reichlicher Zellinfiltration. Es handelte sich also in diesen Fällen um eine einfache unspezifische Meningitis und Arachnitis serofibrosa cystica bei tuberkulösen Individuen. Therapeutisch äußerst bemerkenswert ist die Tatsache, daß der Krankheitsprozeß nicht nur in den Fällen der letzten Kategorie, sondern auch in den Fällen, in welchen echte tuberkulöse Knötchen gefunden wurden, durch die operative Freilegung des Herdes und die Entfernung des Exsudates durch Stichelung der meningealen Kammern zur Ausheilung kam. Nur in einem Falle meiner Beobachtung entwickelte sich später das Bild der allgemeinen tuberkulösen Meningitis.

Außer den soeben erwähnten Fällen von circumscripter tuberkulöser Meningitis (Méningite en plaques), die je nach dem Sitze des Prozesses durch bestimmte Herdsymptome ausgezeichnet sind, gibt es

aber auch Fälle, in denen das Bild einer diffusen chronischen Meningitis besteht. Starke Kopfschmerzen, Nacken- und Gliederschmerzen, Nackensteifigkeit, Kernig'sches Phänomen, Übelkeit, Brechneigung, Pulsanomalien, vasomotorische Symptome, gelegentlich Benommenheitszustände, geringfügige Erscheinungen von seiten des Pyramidenbahnsystems in Form des Babinski'schen Phänomens, Fußclonus, spastische Kontrakturen der Beine, venöse Stase und Neuritis optica, sind die hauptsächlichsten Symptome dieser Erkrankung. Fieber bestand in keinem unserer Fälle, der Liquordruck war beträchtlich erhöht, aber qualitative Veränderungen wies die Cerebrospinalflüssigkeit nicht auf. In den Fällen, die ich operiert habe, fand ich in der Gegend des Stirnhirns zahlreiche miliare Knötchen und ein diffuses sulziges Exsudat in der Pia und Arachnoidea mit zahlreichen kleinen Cysten. Ich habe mich auch in diesen Fällen auf die Stichelung der Meningen und die Entfernung des Exsudates beschränkt. Die meningealen Symptome verschwanden danach vollkommen. Auch für diese Fälle gilt bezüglich der histologischen Natur des Prozesses dasselbe wie für die Fälle von umschriebener tuberkulöser Meningitis. Bei einigen handelt es sich um echte tuberkulöse Knötchen, bei anderen um unspezifische Bildungen, um eine einfache chronische Leptomeningitis und Arachnitis bei tuberkulösen Individuen.

Vorliegende Arbeit stellt einen erweiterten Vortrag gelegentlich der 11. Tagung der Südostdeutschen Chirurgen-Vereinigung in Breslau, am 27. Juni 1925 dar, dem sich die hier wiedergegebene Aussprache anschloß.

Aussprache.

Herr **Payr**-Leipzig (a. G.): Es ist richtig, daß die Empfindlichkeit der A. thyr. superior größer ist, als jene der inferior. In der Leipziger Klinik wird schon seit 1912 regelmäßig die obere Schilddrüsenarterie vor der Unterbindung auch bei tadelloser örtlicher Betäubung mit feinster Nadel adventitiell mit Novocain umspritzt.

Eine eigentümliche Beobachtung bei Basedowkröpfen betrifft die auffallende Beruhigung der Kranken und das auf dem Operationstisch festzustellende Herabgehen der Pulszahlen nach Ligatur der beiden oberen Schilddrüsenschlagadern. Diese merkwürdige, vielleicht durch eine Art „Sympathektomie" zu erklärende Erscheinung kann in einem verhältnismäßig großen Teil der Fälle, besonders bei stark aufgeregten Basedowkranken beobachtet werden.

Die Schmerzempfindung nach Verletzungen und Erkrankungen kann auch von den Endorganen aus bekämpft werden. Bei sehr schmerzhaften Gelenkleiden leistet die Phenolkampferbehandlung nach vorheriger Anästhesierung vom Gelenkhohlraum ganz Ausgezeichnetes. Die Synovialmembran enthält eine große Anzahl von Nervenendigungen, zum Teil jenen der Haut ähnlich, zum Teil aber auch von eigenartigem Bau. Auch die Sehnen und Sehnenscheiden, Gelenkbänder, Muskelansätze und, intermuskuläre Bindegewebe enthalten solche das wohl im Dienste

der Tiefensensibilität stehenden Nervenendapparate. Bei Gelenkerkrankungen lassen sich auch anatomische Veränderungen an diesen feststellen. Interessant ist die Wirkung des Phenolkampfers auf die sensiblen Elemente der Synovialhaut. Spritzt man ihn ohne vorherige Anästhesierung nach bloßer Kochsalzfüllung ein, so entsteht für wenige Augenblicke eine zuerst im Rezessus, dann in der vorderen, schließlich in der hinteren Kapseltasche gemeldete brennende Empfindung, die aber schon nach 1/2 Minute abklingt.

Die Tiefensensibilität hängt offenkundig nicht bloß von dem Nervenapparat der Gelenkinnenhaut ab, sondern wird durch jenen der Sehnen und Muskeln in genügendem Maße besorgt. Nach völliger Kapselausschneidung bei gewissen Fällen von Gelenkplastik haben sich bei unseren schon vor v. Frey begonnenen Nachprüfungen völlig normale Werte über die Lage der peripheren Anteile der Gliedmaße ergeben.

Die Untersuchungen Hedri's über das Ausbleiben von Durchtrennungsneuromen an den großen Nerven der Gliedmaße bei Amputation sind zum größten Teil in der Leipziger Klinik gemacht worden. Es konnte experimentell festgestellt werden, daß der mit dem weißglühenden Thermokauter durchtrennte Nerv in weiter Ausdehnung mattgrau verfärbt blieb und nicht die geringsten Versuche einer Neurombildung aufwies. Er ist atrophisch verdünnt und mit der Umgebung nicht verwachsen. Es fand sich eine hochaufsteigende Degeneration. Wir haben mit diesem Verfahren auch gute klinische Erfahrungen gemacht. Einzelne Versager sind von mir und anderen allerdings gesehen worden, ohne daß ich die Ursache hierfür anzugeben wüßte. Doch halte ich das Verfahren für sehr beachtenswert.

Bei tabischen Krisen schwerster Art ist an unserer Klinik einige Male, mit anscheinend gutem Erfolge, die Resektion des R. communicans nach v. Gaza gemacht worden, doch bleibt noch abzuwarten, ob sich dieser Eingriff bewähren wird. Die Notwendigkeit, ihn in einer zweiten Sitzung auf der Gegenseite auszuführen, spricht nicht für ihn.

Herr **Fedor Krause**-Berlin: Die einzelnen sensiblen Nerven des Kopfes unterliegen in ihrem Verlauf und Ausbreitungsbezirk großen Verschiedenheiten. Zander-Königsberg hat nachgewiesen, daß die Ästchen über die Mittellinie hinausziehen und auf die andere Seite übertreten; ein ziemlich breiter medianer Bezirk der Gesichtshaut ist doppelt innerviert. Frohse hat ferner ein Übergreifen der Endzweige dorsaler Cervicalnerven in das Trigeminusgebiet festgestellt. Nimmt man hinzu, daß Überlagerungen der verschiedenen Nerven vorkommen, so besitzen wir in diesen Tatsachen der doppelten, ja mehrfachen Innervation die anatomische Unterlage, daß die sensiblen Störungen nach Entfernung des Ganglion Gasseri sich verschiedenartig in den einzelnen Fällen gestalten, und daß das anästhetische Gebiet sich allmählich beträchtlich verkleinert. Genaues habe ich über diese sehr wichtigen Fragen in meiner Physiologie des Trigeminus (Neuralgie des Trigeminus, Leipzig 1896 bei F. C. W. Vogel) mitgeteilt.

Aber die Kornea bleibt dauernd vollkommen anästhetisch, wie meine zahlreichen Beobachtungen bis zu 26 Jahren nach der Ganglionexstirpation gelehrt haben. Dabei besteht die Gefahr der Keratitis neuroparalytica seltsamerweise nur in den ersten Monaten nach der Exstirpation.

Was nun die Sensibilität des Gehirns betrifft, so habe ich darüber Niederschriften in meinen Arbeiten gemacht, die letzte in meinem Vortrag: „Eigene hirnphysiologische Erfahrungen aus dem Felde“ (Langenbeck's Arch. f. klin. Chir. Bd. CXIV, H. 2); ferner in Otto von Schjerning's Handbuch der ärztlichen Er-

fahrungen im Weltkriege 1914/18, Bd. I, Chirurgie, 1. Teil, 1922, II: „Komplikationen der frischen Hirnverletzungen".

Zu den hochwichtigen Ausführungen Herrn Foerster's teile ich Ihnen mit, was ich als sichere Tatsache bezeichnen kann. Diese sind so oft im Operationssaal in Gegenwart der Assistenten und der zahlreichen zuschauenden Ärzte, namentlich bedeutender Neurologen, wie z. B. Cassirer's, festgestellt worden, daß ein Zweifel an ihrer Richtigkeit nicht bestehen kann.

Reizung der sensiblen Sphäre, d. h. der hinteren Zentralregion, die sich als heftiger Schmerz in dem vollständig gelähmten Arm äußerte, habe ich nur bei Schußverletzung der Zentralregion mehrmals beobachtet. Dagegen habe ich niemals durch faradische einpolige Reizung des gesamten Zentralgebietes Schmerzen auslösen können. Fast alle Kranken werden seit 1913 von mir in Lokalanästhesie operiert; nur bei psychisch Labilen und bei Kindern ist allgemeine Narkose notwendig. Da aber die Lokalanästhesie ausschließlich die Weichteile bis einschließlich zur Knochenhaut betrifft, so ist sicher bereits die Dura mater von den anästhesierenden Mitteln (Novocain plus Suprarenin, Tutocain plus Suprarenin) nicht beeinflußt.

Bereits das Ablösen der Dura mater von der inneren Schädelfläche, wie es nach Anlegung eines Bohrloches mit stumpfen Instrumenten vorgenommen wird, ist empfindlich für den Kranken. Er zuckt zusammen und äußert auch Schmerzempfindung. Dabei ist in Erwägung zu ziehen, daß alle Lokalanästhesierten $^3/_4$ Stunden vor der Operation 0,015—0,02 Morphium subcutan erhalten. Diese eben erwähnte Beobachtung kann nicht Wunder nehmen, da die Dura mater von sämtlichen drei sensiblen Trigeminusästen mit eigenen Zweigen (Rami recurrentes meningeales) versorgt wird.

Bei meinen Trepanationen wird nach Ausführung (Umscheidung) des Weichteilknochenlappens die Dura mater gleichfalls in Lappenform umschnitten. Diese Schnittführung in der Dura wird nach kleinem Messerschnitt mit einer scharfen Schere ausgeführt und pflegt keinerlei Schmerzäußerung zu erzeugen. Ich möchte auf den Unterschied bei der stumpfen Ablösung und der scharfen Durchtrennung hinweisen. Die Morphiumwirkung genügt offenbar, um letztere schmerzlos zu gestalten, nicht aber, um das stumpfe Ablösen unempfindlich zu machen.

Liegt nun nach Umschneidung und Zurückschlagen des Duralappens die Gehirnoberfläche frei, so ist sie noch bedeckt von dem ventralen Blatte der Arachnoidea und von der Pia mater. Bis auf eine einzige gleich zu erwähnende Ausnahme ist das freiliegende Gehirn nebst den weichen Häuten an allen den Stellen, die chirurgisch in Betracht kommen, so gut wie unempfindlich; das betrifft sowohl das Großhirn wie das Kleinhirn. Man kann also an der Hirnmasse hantieren (Abtasten, Zurseitedrängen unter ziemlich erheblichem Fingerdruck, Gefäße umstechen, Punktieren, faradisch reizen, das primär krampfende Zentrum bei Jackson'scher Epilepsie ausschneiden, Geschwülste stumpf auslösen oder mit Messer und Schere entfernen), ohne daß der Operierte eine Schmerzempfindung wahrnimmt; auch auf Befragen gibt er dies an.

Eine ganz besondere Ausnahme stellt der Boden des dritten Ventrikels dar. Dieser besitzt eine hohe Schmerzempfindlichkeit, die sich nur mit der des Trigeminus vergleichen läßt. Dieses Gebiet kommt in Betracht, wenn man Operationen an der Hypophyse namentlich von der Keilbeinhöhle her ausführt.

Herr **Küttner** spricht über die operative Behandlung gewisser lokalisierter Pruritusformen und erörtert verschiedene für diesen Zweck in Frage kommende chirurgische Verfahren.

Herr **Payr**-Leipzig bemerkt, daß er in einigen Fällen durch Ausschaltung der Nervenversorgung des Anus bei qualvollem Pruritus Erfolg erzielt hat. Es gelingt dies am einfachsten durch Ausschneidung des von einem sehr reichen Nervengeflecht umsponnenen Steißbeines unter Mitnahme des umgebenden Bindegewebes. Bei Ausführung des kleinen Eingriffes und Adrenalinblutleere sieht man die zahlreichen von beiden Seiten zum After heranziehenden Nervenästchen ganz gut. Das Steißbein wird zuerst aus seiner Kreuzbeinverbindung gelöst, danach abwärts geklappt, so daß man die Nervenbahnen ähnlich wie bei der Trigeminusneuralgie dann herausdrehen kann.

Die völlige Ausschneidung der Analhaut mit nachfolgender plastischer Deckung nach den Vorschlägen von Karewski und Frankenthal erübrigt sich wohl nur für die allerschwersten Fälle. Letzterer fügt noch die Resektion des N. pudendus zu.

Herr **Küstner**: Exzisionen der empfindlichen Haut- bzw. Schleimhautpartien wegen Pruritus vulvae habe ich vor Jahrzehnten gemacht und, soweit mich meine Erinnerung nicht täuscht, mannigfach mit befriedigendem Erfolg. Nachdem die Bestrahlung eingesetzt hatte, bin ich wohl auf die Exzision nicht wieder zurückgekommen.

Daß unter den präcancerösen Symptomen der Pruritus vulvae eine Rolle spielt, entspricht einer uns Gynäkologen geläufigen Erfahrung. Nicht selten handelt es sich dann bereits um ein, wie es gewöhnlich heißt, incipientes, richtiger gesagt, wenig umfängliches Carcinom. Mit der operativen Entfernung des Carcinoms verschwindet dann auch das Symptom.

Herr **Kulenkampff** fragt, ob die Ausfallsbezirke, die nach Durchschneidung z. B. im Ulnarisgebiet beobachtet wurden, bei Fällen festgestellt wurden, die vorher eine normale Innervation hatten, mit anderen Worten, ob nicht der Krankheitsprozeß, der schon bestand, die Überschneidungsfelder vergrößert haben könnte? Es ist auffallend, daß nach den Untersuchungen Braun's bei der örtlichen Betäubung die Felder zwar nicht konstant in ihrer Abgrenzung sind, daß aber doch nach unseren Erfahrungen klinisch nie so kleine Felder zur Beobachtung kamen, trotzdem sich doch z. B. der Ulnaris am Ellenbogen sicher isoliert ausschalten läßt.

Viele Irrtümer und Mißverständnisse entstehen durch den Ausdruck sensibel im Sinne von schmerzempfindlich. Zur Vermeidung sollte man schmerzempfindlich sagen, wenn man schmerzempfindlich meint, und den Ausdruck sensibel für die anderen Qualitäten verwenden. Wenn ein deutscher Ausdruck gut und klarer ist, so hat jeder die Pflicht ihn zu verwenden.

Bei der Duraempfindlichkeit spielt nach unseren Beobachtungen der Prozeß mit, um den es sich handelt. Bei frischen Verletzungen ist das Abziehen der Knochensplitter schmerzhaft. (Vielleicht Zugwirkung?). Besteht Hirndruck, so fehlt diese Ablösungsschmerzempfindlichkeit. Nach Braun's Erfahrungen ist die Dura an der Konvexität schmerzunempfindlich, während sie empfindlich wird, je näher man der Schädelbasis kommt. Wie ich an vier kürzlich operierten Duratumoren feststellen konnte, ist die Dura spinalis auch gegen die Ablösung des Knochens unempfindlich. Dagegen konnte ich zweimal feststellen, daß Arachnoidea, bzw. diese und Pia empfindlich sind. Bei der Exzision kleiner Stückchen konnte jede Berührung oder Zug am Rückenmark vermieden werden.









